

Metode uji kepadatan tanah dan batuan di lapangan dengan cara penggantian air pada sumur uji

*Standard test method for density of soil and rock
in place by the water replacement method in a test
pit*

(ASTM D 5030-04, IDT)



© ASTM 2004 – All rights reserved

© BSN 2015 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN

Email: dokinfo@bsn.go.id

www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

| | |
|--|-----|
| Daftar isi..... | i |
| Prakata | iii |
| Pendahuluan..... | iv |
| 1. Ruang lingkup..... | 1 |
| 2. Acuan normatif..... | 5 |
| 3. Terminologi..... | 5 |
| 4. Ringkasan metode uji | 7 |
| 5. Arti dan kegunaan..... | 7 |
| 6. Peralatan | 7 |
| 7. Bahaya keselamatan | 11 |
| 8. Bahaya kesalahan teknis..... | 11 |
| 9. Kalibrasi dan standarisasi..... | 11 |
| 10. Prosedur A – Kepadatan di lapangan dan berat isi total material..... | 11 |
| 11. Prosedur B – Kepadatan di lapangan dan berat isi fraksi kontrol..... | 25 |
| 12. Perhitungan – Prosedur A | 29 |
| 13. Perhitungan – Prosedur B | 33 |
| 14. Laporan..... | 39 |
| 15. Ketepatan dan penyimpangan..... | 41 |
| 16. Kata kunci..... | 41 |
| LAMPIRAN A.1 PETUNJUK UNTUK SUMUR UJI ATAU DIMENSI SUMUR UJI | |
| DAN PERSYARATAN PERALATAN | 43 |
| LAMPIRAN X1. DASAR PEMIKIRAN..... | 49 |

SNI 6872:2015

| | |
|--|----|
| Gambar 1 - Cetakan logam dengan diameter 6 ft (1,8 m) untuk menentukan kepadatan material di lapangan..... | 9 |
| Gambar 2 - Lapisan plastik yang dipasang pada persiapan untuk menentukan volume awal..... | 17 |
| Gambar 3 - Mengukur penunjuk muka air dengan alat siku | 19 |
| Gambar 4 - Sumur uji pada saat penggalian | 21 |
| Gambar A1.1 - Konfigurasi sumur uji..... | 45 |
| Tabel A1.1 Sumur uji tipe A dan B Peralatan uji dan volume galian minimum | 43 |
| Tabel A1.2 Sumur uji tipe C Peralatan uji dan volume galian minimum | 43 |
| Tabel A1.3 - Konversi satuan untuk Tabel A1.1 dan Tabel A1.2 | 47 |



Prakata

Standar Nasional Indonesia tentang “Metode uji kepadatan tanah dan batuan di lapangan dengan cara penggantian air pada sumur uji” merupakan adopsi identik melalui metode terjemahan dari standar ASTM D 5030-04, *Standard test method for density of soil and rock in place by the water replacement method in a test pit*. Standar ini disajikan dalam dua bahasa (bilingual).

Standar ini merupakan revisi dari SNI 03-6872-2002, Cara uji kepadatan tanah dan batuan di lapangan dengan cara penggantian volume air pada sumur uji. Revisi dilakukan karena standar tersebut sudah berumur lebih dari lima tahun sehingga perlu disesuaikan dengan perkembangan.

Standar yang menjadi acuan normatif dalam standar ini menjadi acuan dalam penyusunan SNI berikut :

- SNI 03-6866-2002, Spesifikasi anyaman kawat untuk keperluan pengujian, mengacu pada ASTM E 11 *Specification for Wire Cloth Sieves for Testing Purposes*

Standar ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 10:2012 Adopsi Standar ASTM menjadi SNI.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 91-01-S1 Bidang Sumber Daya Air dan telah dibahas pada rapat konsensus tanggal 16 Agustus 2010 di Bandung dengan melibatkan wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, pakar akademis dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya dan telah melalui jajak pendapat tanggal 15 September 2014 sampai 14 November 2014.

Pendahuluan

Metode uji ini mempunyai ruang lingkup penentuan kepadatan dengan berat isi tanah dan batuan dengan menggunakan air untuk mengisi sumur uji sehingga diketahui volume dari sumur uji. Metode ini cocok digunakan dengan sumur uji bervolume rata-rata antara 3 ft³ sampai dengan 100 ft³ (0,08 m³ sampai dengan 2,83 m³) dengan material yang diuji memiliki ukuran partikel maksimum sampai 5 in. (125 mm).

Metode uji ini bermanfaat untuk menentukan berat isi material di lapangan yang dipadatkan pada konstruksi timbunan tanah, urugan jalan dan urugan bangunan.

Untuk mengontrol konstruksi, metode ini dapat dipakai sebagai dasar untuk mencapai kepadatan material dalam berat isi tertentu atau persentase berat isi maksimum yang telah ditentukan oleh standar uji di laboratorium.



Metode uji kepadatan tanah dan batuan di lapangan dengan cara penggantian air pada sumur uji

1. Ruang lingkup

1.1 Metode uji ini mencakup penentuan kepadatan dengan berat isi tanah dan batuan dengan menggunakan air untuk mengisi sumur uji sehingga diketahui volume dari sumur uji. Penggunaan kata “batuan” pada metode uji ini menunjukkan bahwa bahan material yang dapat diujikan material berpartikel lebih besar atau sama dengan 3 in (75 mm).

1.2 Metode uji ini paling cocok digunakan dengan sumur uji bervolume rata-rata antara 3 ft³ sampai dengan 100 ft³ (0,08 m³ sampai dengan 2,83 m³). Pada umumnya, material yang diuji memiliki ukuran partikel maksimum sampai 5 in. (125 mm). Metode uji ini bisa digunakan dengan penggalian yang lebih besar jika yang diinginkan.

1.2.1 Prosedur uji ini biasanya dilakukan dengan menggunakan cincin logam dengan diameter dalam 3 ft (0,9 m) atau lebih. Bentuk atau material lain bisa digunakan selama memenuhi ketentuan dari metode uji dan pedoman yang tercantum pada Lampiran A1 tentang volume minimal sumur uji.

1.2.2 Metode uji ASTM D 4914 bisa digunakan sebagai metode alternatif. Namun penggunaannya biasanya hanya praktis untuk penentuan volume sumur uji rata-rata antara 1 ft³ dan 6 ft³ (0,03 m³ dan 0,17 m³).

1.2.3 Metode uji ASTM D 1556 atau metode uji ASTM D 2167 biasanya digunakan untuk penentuan volume lubang uji yang lebih kecil dari 1 ft³ (0,03 m³).

1.3 Dua prosedur dijelaskan sebagai berikut:

1.3.1 Prosedur A – Kepadatan di lapangan dan berat isi total material (Bagian 10)

1.3.2 Prosedur B – Kepadatan di lapangan dan berat isi fraksi kontrol/fraksi tertentu (Bagian 11)

1.4 Pemilihan prosedur:

1.4.1 Prosedur A digunakan jika perlu menentukan berat isi total material di lapangan. Prosedur A juga dapat dipakai untuk menentukan persentase pemadatan atau kepadatan relatif jika ukuran butiran maksimum pada contoh uji di lapangan tidak melebihi ukuran butiran maksimum yang diizinkan untuk uji kepadatan di laboratorium (Metode uji ASTM D 698, ASTM D 1557, ASTM D 4253, ASTM D 4254, ASTM D 4564). Untuk metode uji ASTM D 698 dan ASTM D 1557, berat isi ditentukan dari uji kepadatan di laboratorium yang dapat mengoreksi untuk ukuran partikel yang lebih besar sesuai dengan aturan dan pembatasan pada ASTM D 4718.

Standard test method for density of soil and rock in place by the water replacement method in a test pit

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the in-place density and unit weight of soil and rock using water to fill a lined test pit to determine the volume of the test pit. The use of the word "rock" in this test method is used to imply that the material being tested will typically contain particles larger than 3 in. (75 mm).

1.2 This test method is best suited for test pits with a volume between approximately 3 and 100 ft³ (0.08 and 2.83 m³). In general, the materials tested would have maximum particle sizes over 5 in. (125 mm). This test method may be used for larger sized excavations if desirable.

1.2.1 This procedure is usually performed using circular metal templates with inside diameters of 3 ft (0.9 m) or more. Other shapes or materials may be used providing they meet the requirements of this test method and the guidelines given in Annex A1 for the minimum volume of the test pit.

1.2.2 Test Method D 4914 may be used as an alternative method. Its use, however, is usually only practical for volume determination of test pits between approximately 1 and 6 ft³ (0.03 and 0.17 m³).

1.2.3 Test Method D 1556 or Test Method D 2167 is usually used to determine the volume of test holes smaller than 1 ft³ (0.03 m³).

1.3 The two procedures are described as follows:

1.3.1 *Procedure A*—In-Place Density and Unit Weight of Total Material (Section 10).

1.3.2 *Procedure B*—In-Place Density and Unit Weight of Control Fraction (Section 11).

1.4 *Selection of Procedure:*

1.4.1 Procedure A is used when the in-place unit weight of total material is to be determined. Procedure A can also be used to determine percent compaction or percent relative density when the maximum particle size present in the in-place material being tested does not exceed the maximum particle size allowed in the laboratory compaction test (Test Methods D 698, D 1557, D 4253, D 4254, D 4564). For Test Methods D 698 and D 1557 only, the unit weight determined in the laboratory compaction test may be corrected for larger particle sizes in accordance with, and subject to the limitations of, Practice D 4718.

1.4.2 Prosedur B digunakan untuk menentukan persentase pemadatan atau kepadatan relatif dan material di lapangan yang mengandung butiran-butiran lebih besar dari ukuran butiran maksimum yang diizinkan dalam uji pemadatan laboratorium atau jika ASTM D 4718 tidak bisa digunakan untuk uji pemadatan laboratorium. Dalam hal tersebut, material dianggap terdiri dari dua fraksi atau bagian. Material dari pengujian berat isi di lapangan secara fisik dibagi menjadi fraksi kontrol dan fraksi ukuran yang lebih besar dari ukuran ayakan yang telah ditentukan. Berat isi dari fraksi kontrol dihitung dan dibandingkan dengan berat isi yang dihasilkan dari uji pemadatan di laboratorium.

1.4.2.1 Karena kemungkinan kepadatan yang lebih rendah terjadi akibat gangguan pada partikel (lihat ASTM D 4718), maka persentase pemadatan dari fraksi kontrol tidak bisa diasumsikan untuk mewakili persentase pemadatan dari total material di lapangan.

1.4.3 Biasanya, fraksi kontrol material kohesif, berbutir halus atau tidak lolos air menggunakan ayakan ukuran kurang dari No. 4; dan untuk material tidak berkohesi, berbutir kasar atau lolos air menggunakan ayakan ukuran kurang dari No. 3 in. untuk material yang tidak berkohesi, material yang kering. Sementara untuk fraksi kontrol ukuran lain menggunakan ayakan ukuran $\frac{3}{8}$ in. atau $\frac{3}{4}$ in. Untuk kejelasan, metode uji ini telah disiapkan hanya menggunakan ayakan ukuran No. 4 dan No. 3 in.

1.5 Semua material dapat diuji selama material tersebut memiliki cukup kohesi atau ikatan antar butiran untuk memperoleh dinding lubang yang stabil selama pengujian sumur uji maupun selama penyelesaian pengujian ini. Material uji juga harus cukup tegak sehingga tidak mudah berubah bentuk karena adanya tekanan yang digunakan selama penggalian lubang dan pengisian air.

1.5.1 Penilaian secara teliti dan hati-hati harus dilakukan untuk mengetahui apakah volume yang ditentukan dapat mewakili kondisi di lapangan ketika metode uji ini digunakan dengan ukuran partikel relatif sama yaitu 3 in. (75 mm) atau lebih besar. Gangguan selama penggalian yang disebabkan oleh material tidak berkohesi dan adanya ruang kosong antara perlapisan butiran dapat mempengaruhi ketelitian pengukuran volume sumur uji.

1.6 Umumnya cara uji ini dibatasi untuk material tidak jenuh dan tidak dianjurkan untuk material yang lunak atau tidak menggumpal (mudah hancur) atau material dalam keadaan basah sehingga air dapat merembes ke dalam sumur yang digali. Ketepatan pengujian sangat dipengaruhi oleh material-material yang mudah berubah bentuk atau yang dapat mengalami perubahan volume lubang galian akibat ada orang yang berdiri atau berjalan sekitar lubang pada saat pengujian.

1.7 Nilai yang dinyatakan dalam satuan inci pon harus dianggap sebagai satuan standar. Nilai yang diberikan dalam tanda kurung hanya merupakan suatu informasi saja.

1.7.1 Dalam rekayasa sipil, biasanya digunakan secara bergantian, baik satuan yang mewakili massa ataupun gaya, kecuali jika melibatkan perhitungan dinamis ($F = ma$). Hal ini secara implisit menggabungkan dua satuan yang berbeda yaitu sistem mutlak dan sistem gravimetrik. Secara ilmiah tidak diperbolehkan untuk menggabungkan penggunaan dari dua sistem yang terpisah dengan satuan standar. Metode uji ini ditulis dengan menggunakan satuan inci pon (sistem gravimetrik) dimana pon (lbf) mewakili satuan gaya (berat). Konversi diberikan dalam sistem SI. Penggunaan timbangan untuk mencatat massa pon (lbm), atau sesuai dengan kepadatan pada lbm/ft³ tidak boleh dianggap sebagai hal yang tidak sesuai dengan standar ini.

1.8 Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi masalah-masalah keselamatan, jika ada, sehubungan dengan penggunaannya. Pemakai standar ini bertanggung jawab untuk menetapkan cara-cara keselamatan dan kesehatan, dan menentukan batas penerapan aturan sebelum menggunakannya. Untuk pernyataan khusus mengenai bahaya, lihat pasal 7.

1.4.2 Procedure B is used when percent compaction or percent relative density is to be determined and the in-place material contains particles larger than the maximum particle size allowed in the laboratory compaction test or when Practice D 4718 is not applicable for the laboratory compaction test. Then the material is considered to consist of two fractions, or portions. The material from the in-place unit weight test is physically divided into a control fraction and an oversize fraction based on a designated sieve size. The unit weight of the control fraction is calculated and compared with the unit weight(s) established by the laboratory compaction test(s).

1.4.2.1 Because of possible lower densities created when there is particle interference (see Practice D 4718), the percent compaction of the control fraction should not be assumed to represent the percent compaction of the total material in the field.

1.4.3 Normally, the control fraction is the minus No.4 sieve size material for cohesive or nonfree-draining materials and the minus 3-in. sieve size material for cohesionless, free-draining materials. While other sizes are used for the control fraction ($\frac{3}{8}$, $\frac{3}{4}$ in.), this test method has been prepared using only the No. 4 and the 3-in. sieve sizes for clarity.

1.5 Any material can be tested, provided the material being tested has sufficient cohesion or particle attraction to maintain stable sides during excavation of the test pit and through completion of this test. It should also be firm enough not to deform or slough due to the minor pressures exerted in digging the hole and filling with water.

1.5.1 A very careful assessment must be made as to whether or not the volume determined is representative of the in-place condition when this test method is used for clean, relatively uniform-sized particles 3 in. (75 mm) and larger. The disturbance during excavation, due to lack of cohesion, and the void spaces between particles spanned by the liner may affect the measurement of the volume of the test pit.

1.6 This test method is generally limited to material in an unsaturated condition and is not recommended for materials that are soft or friable (crumble easily) or in a moisture condition such that water seeps into the excavated hole. The accuracy of the test may be affected for materials that deform easily or that may undergo volume change in the excavated hole from standing or walking near the hole during the test.

1.7 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.7.1 In the engineering profession, it is customary practice to use, interchangeably, units representing both mass and force, unless dynamic calculations ($F = Ma$) are involved. This implicitly combines two separate systems of units, that is, the absolute system and the gravimetric system. It is scientifically undesirable to combine the use of two separate systems within a single standard. This test method has been written using inch-pound units (gravimetric system) where the pound (lbf) represents a unit of force (weight); however, conversions are given in the SI system. The use of balances or scales recording pounds of mass (lbm), or the recording of density in lbm/ft^3 should not be regarded as nonconformance with this standard.

1.8 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. For a specific hazard statement, see Section 7.*

2. Acuan Normatif

2.1 Standar ASTM:

- C 127 *Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate*
- C 138 *Test Method for Unit Weight, Yield and Air Content (Gravimetric) of Concrete*
- C 566 *Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying*
- D 653 *Terminology Relating to Soil, Rock and Contained Fluids*
- D 698 *Test Methods for Moisture Density Relations of Soils and Soils Aggregate Mixtures Using 5.5 lb (2,49 kg) Rammer and 12 in (305 mm) Drop*
- D 1556 *Test Method for Density of Soil in Place by the Sand Cone Method*
- D 1557 *Test Method for Moisture Density Relation of Soils and Soils Aggregate Using 10 lb (4,54 kg) Rammer and 18 in (457 mm) Drop*
- D 2167 *Test Method for Density and Unit Weight of Soil In-Place by the Rubber Balloon Method*
- D 2216 *Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil, Rock and Soil Aggregate Mixtures*
- D 4253 *Test Methods for Maximum Index Density of Soils Using a Vibratory Table*
- D 4254 *Test Methods for Minimum Index Density of Soils and Calculation of Relative Density*
- D 4564 *Test Method for Density of Soil in Place by the Sleeve Method*
- D 4718 *Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles*
- D 4753 *Specification for Evaluating, Selecting and Specifying Balances and Scales for Use in Soil and Rock Testing*
- D 4914 *Test Method for Density of Soils in Place by Sand Replacement Method in a Test Pit*
- E 1 *Specification for ASTM Thermometers*
- E 11 *Specification for Wire Cloth Sieves for Testing Purposes*

3. Terminologi

3.1 Definisi – Kecuali yang mengikuti pasal 3.2, semua definisi sesuai dengan Terminologi ASTM D 653.

3.2 Definisi istilah spesifik pada standar ini:

3.2.1 Fraksi kontrol adalah bagian dari contoh tanah berbutir lebih kecil daripada ukuran ayakan yang ditentukan.

3.2.1.1 Diskusi – Fraksi ini digunakan untuk membandingkan berat isi di lapangan dengan berat isi yang diperoleh dari uji standar di laboratorium. Ukuran ayakan kontrol tergantung hasil pengujian laboratorium.

3.2.2 Butiran besar adalah bagian dari contoh tanah yang terdiri dari material galian berbutir lebih besar dari ukuran ayakan yang ditentukan.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 127 Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
- C 138 Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete
- C 566 Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying
- D 653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- D 698 Test Methods for Moisture-Density Relations of Soils and Soil-Aggregate Mixtures Using 5.5-lb (2.49-kg) Rammer and 12-in. (305-mm) Drop
- D 1556 Test Method for Density of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- D 1557 Test Methods for Moisture-Density Relations of Soils and Soil Aggregate Mixtures Using 10-lb (4.54-kg) Rammer and 18-in. (457-mm) Drop
- D 2167 Test Method for Density and Unit Weight of Soil In-Place by the Rubber Balloon Method
- D 2216 Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil, Rock, and Soil-Aggregate Mixtures
- D 4253 Test Methods for Maximum Index Density of Soils Using a Vibratory Table
- D 4254 Test Methods for Minimum Index Density of Soils and Calculation of Relative Density
- D 4564 Test Method for Density of Soil in Place by the Sleeve Method
- D 4718 Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles
- D 4753 Specification for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Scales for Use in Soil and Rock Testing
- D 4914 Test Method for Density of Soils in Place by Sand Replacement Method in a Test Pit
- E 1 Specification for ASTM Thermometers
- E 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes

3. Terminology

3.1 *Definitions*—Except as follows in 3.2, all definitions are in accordance with Terminology D 653.

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 *Control fraction*—the portion of a soil sample consisting of particles smaller than a designated sieve size.

3.2.1.1 *Discussion*—This fraction is used to compare inplace unit weights with unit weights obtained from standard laboratory tests. The control sieve size depends on the laboratory test used.

3.2.2 *oversize particles*—the portion of a soil sample consisting of the particles larger than a designated sieve size.

4. Ringkasan metode uji

4.1 Siapkan permukaan tanah pada lokasi uji dan pasang sebuah cetakan pada tempatnya. Cetakan dilapisi pelapis dan tentukan volume ruang antara cetakan dan permukaan tanah dengan cara mengisi air. Tentukan massa atau volume air yang dibutuhkan untuk mengisi cetakan sampai mencapai elevasi tertentu, kemudian air dan pelapis dipindahkan. Material yang berada dalam batas-batas cetakan digali sehingga membentuk sumur. Pelapis dipasang kembali pada sumur uji dan cetakan, kemudian air dituangkan ke dalam sumur uji dan cetakan sehingga massa atau volume air pada tangki mencapai elevasi tertentu. Dengan cara seperti itu, maka volume lubang dalam sumur uji dan cetakan dapat ditentukan. Keapatan material basah di lapangan dihitung dari massa material yang dipindahkan dan dari pengukuran volume sumur uji. Tentukan kadar air dan hitung berat isi kering material di lapangan.

4.2 Berat isi material fraksi dapat ditentukan dengan mengurangi massa dan volume dari beberapa butiran terlalu besar dari nilai awal dan menghitung kembali berat isi.

5. Arti dan kegunaan

5.1 Metode uji ini digunakan untuk menentukan berat isi material di lapangan yang dipadatkan pada pelaksanaan konstruksi urugan tanah, urugan jalan dan urugan kembali pada bangunan. Untuk mengontrol konstruksi, metode ini dapat dipakai sebagai dasar untuk mencapai kepadatan material dalam berat isi tertentu atau persentase berat isi maksimum yang telah ditentukan oleh standar uji di laboratorium seperti yang ditentukan oleh ASTM D 698 atau D 1557, sesuai hasil pembatasan masalah yang dibahas pada pasal 4.1.

5.2 Metode uji ini dapat digunakan untuk menentukan berat isi material di lapangan dari endapan tanah alami, agregat, campuran tanah atau material lain yang serupa.

6. Peralatan

6.1 Timbangan atau neraca, mempunyai kapasitas dan bacaan yang sesuai dengan berat dan prosedur teknik untuk dimensi sumur uji tertentu dalam rentang volume 3 ft³ sampai 100 ft³ (0,08 m³ sampai 2,83 m³) dan sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada ASTM D 4753.

6.2 Timbangan atau neraca, timbangan (atau neraca) untuk menentukan kadar air material berukuran lebih kecil dari ayakan No. 4 dengan kapasitas minimum sekitar 1000 g dan sesuai dengan persyaratan yang tercantum pada ASTM D 4753 untuk timbangan dengan ketelitian bacaan 0,1 g.

6.3 Oven pengering, dikontrol secara termostat, lebih baik tipe yang bisa menahan udara dan mampu mempertahankan suhu 110°C ± 5°C pada seluruh ruang pengering secara merata.

6.4 Ayakan, ayakan No. 4 (4,75 mm) dan 3 in. (75 mm) sesuai dengan persyaratan ASTM E 11.

6.5 Termometer, rentang bacaan 0°C sampai 50°C dengan ketelitian bacaan 0,5°C sesuai dengan persyaratan pada ASTM E 1.

4. Summary of Test Method

4.1 The ground surface at the test location is prepared and a template (metal ring) is placed and fixed into position. A liner is laid in the template and the volume of the space between a selected level within the template and the ground surface is determined by filling the space with water. The mass or the volume of the water required to fill the template to the selected level is determined and the water and liner removed. Material from within the boundaries of the template is excavated, forming a pit. A liner is placed in the test pit and template, water is poured into the pit and template up to the selected level; the mass or volume of the water within the pit and template and, subsequently, the volume of the hole are determined. The wet density of the in-place material is calculated from the mass of material removed and the measured volume of the test pit. The moisture content is determined and the dry unit weight of the in-place material is calculated.

4.2 The unit weight of a fraction of the material can be determined by subtracting the mass and volume of any oversize particles from the initial values and recalculating the unit weight.

5. Significance and Use

5.1 This test method is used to determine the in-place unit weight of compacted materials in construction of earth embankments, road fills, and structure backfill. For construction control, it can be used as the basis for acceptance of material compacted to a specified unit weight or to a percentage of a maximum unit weight determined by a standard laboratory test method such as determined from Test Methods D 698 or D 1557, subject to the limitations discussed in 1.4.

5.2 This test method can be used to determine in-place unit weight of natural soil deposits, aggregates, soil mixtures, or other similar material.

6. Apparatus

6.1 *Balance or Scale*, having a capacity and readability appropriate to the mass and procedural techniques for the specific test pit dimensions within the range of 3 to 100 ft³ (0.08 to 2.83 m³) volume and meeting the requirements of Specification D 4753.

6.2 *Balance or Scale*—a balance (or scale) to determine moisture content of minus No.4 material having a minimum capacity of about 1000 g and meeting the requirements of Specification D 4753 for a balance of 0.1 g readability.

6.3 *Drying Oven*, thermostatically controlled, preferably of the forced-draft type, and capable of maintaining a uniform temperature of $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ throughout the drying chamber.

6.4 *Sieves*, No. 4 sieve (4.75-mm) and 3-in. (75-mm), conforming to the requirements of Specification E 11.

6.5 *Thermometer*, 0 to 50°C range, 0.5° graduations, conforming to the requirements of Specification E 1.

6.6 Cetakan logam, silinder berbentuk bulat yang menjadi pola untuk penggalian. Dimensi cetakan, bentuk dan material mungkin bervariasi sesuai ukuran sumur uji yang akan digali. Cetakan harus cukup kaku sehingga tidak mudah bengkok dan tertekuk.

CATATAN 1 – Cetakan yang diperlihatkan pada Gambar 1 mewakili desain yang cocok untuk metode uji ini.

6.6.1 Karena penempatan cetakan secara benar-benar datar mungkin sangat sulit, khususnya untuk cetakan dengan diameter 6 ft (1,8 m) atau lebih besar, maka bagian atas cetakan diberikan toleransi kedataran kira-kira 5%. Karena muka air harus berada di bawah bagian atas cetakan, cetakan tidak perlu disimpan di atas muka air. Cetakan yang lebih besar harus mempunyai ketinggian tertentu agar bisa menghindari hilangnya air karena gelombang yang disebabkan angin.

6.7 Pelapis, dengan tebal 4 mil sampai 6 mil. Terdiri dari 2 (dua) lembar berukuran cukup lebar untuk melapisi sumur uji serta diperlebar sekitar 3 ft (1 m) pada bagian sisi luar cetakan. Bahan yang digunakan dapat berupa plastik atau bahan lain yang cukup elastis agar membentuk sesuai permukaan material yang digali.



Gambar 1 - Cetakan logam dengan diameter 6 ft (1,8 m) untuk menentukan kepadatan material di lapangan

6.8 Alat ukur volume air, termasuk wadah penyimpan, pipa antar, meteran air, timbangan atau alat ukur lainnya. Air dapat diukur untuk memperoleh satuan massa atau volume. Alat ukur air harus dapat mengontrol masuknya air sehingga setiap ketidaktepatan pengisian dan pengukuran tidak melebihi $\pm 1\%$ dari massa total atau volume yang diisikan.

6.9 Indikator acuan muka air, harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga muka air pada cetakan sama untuk dua kali pembacaan. Sebuah mistar berkait/meteran taraf mungkin merupakan alat yang sangat sederhana walaupun hanya berupa batang besi dengan ujung runcing yang dapat dipasang pada cetakan, timbangan atau neraca tukang kayu, neraca yang dipasang pada cetakan atau alat yang serupa lainnya dapat digunakan. Metode apapun yang digunakan, peralatan harus dapat dipindahkan dan diganti sehingga muka air dapat diukur pada lokasi yang sama. Beberapa jenis pelindung di sekeliling alat akan diperlukan jika permukaan air di dalam cetakan tidak tenang.

6.10 Selang sifon, pompa, ember, selang atau peralatan lain yang tepat untuk memindahkan air dari dan ke cetakan atau sumur, atau kedua-duanya dan wadah penyimpan air atau tampungan.

6.6 *Metal Template*—a circular template to serve as a pattern for the excavation. Template dimensions, shapes, and material may vary according to the size of the test pit to be excavated. The template must be rigid enough not to deflect or bend.

NOTE 1—The template shown in Fig. 1 represents a design that has been found suitable for this purpose.

6.6.1 Since it may be difficult to place the template exactly level, particularly with 6-ft (1.8-m) and larger diameter rings, the height of the template should accommodate a slope of approximately 5 %. Since the water level has to be below the top of the template, it is not necessary that the template be level. The larger rings should be high enough to prevent any loss of water due to wave action caused by wind.

6.7 *Liners*, approximately 4 to 6 mil thick. Two pieces, each large enough to line the test pit, with about 3 ft (1 m) extending beyond the outside of the template. Any type of material, plastic sheeting, etc. can be used as long as it is flexible enough to conform to the ground surface.



FIG. 1 A 6-ft (1.8-m) Diameter Metal Ring for Determining In-Place Unit Weight

6.8 *Water-Measuring Device*, including a storage container, delivery hoses or piping, and a water meter, scale, or other suitable measurement device. Water may be measured by mass or by volume. The equipment must be capable of controlling the delivery of the water so that any inaccuracies in filling and measuring do not exceed ± 1 % of the total mass or volume delivered.

6.9 *Water-Level Reference Indicator*—A water-level reference must be established so that the water level in the template is the same for the two determinations. A hook gage may be the simplest and most practical, although any device such as a rod with a pointed end that can be fastened to the template, a carpenter's level and scale, a carpenter's scale on a beam across the template, or other similar arrangement or device may be used. Whichever method is employed, the device must be able to be removed and replaced so that the reference water level is measured at the exact same location. Some type of protection around the device may be necessary if the water surface inside the template is not smooth.

6.10 *Siphon Hose, Pump, Buckets, Hoses*, or other suitable equipment to move water to and from the template or pit, or both, and any storage container or reservoir.

6.11 Peralatan lain-lain, karung pasir dipakai untuk mencegah pergerakan cetakan selama pengujian; sekop, beliung, pahat, batang besi, pisau dan sendok untuk menggali sumur uji; ember atau kaleng bertutup yang tidak bersisi, drum, tong atau wadah lain yang cocok sebagai penyimpan contoh uji untuk melindungi terjadinya perubahan kadar air; kain untuk mengumpulkan tanah berlebih; bermacam-macam wadah dan piring porselen yang cocok untuk mengeringkan contoh uji yang basah; papan dan lain-lain yang dapat digunakan sebagai tempat kerja pada waktu melakukan pengujian tanah atau batuan yang dapat bergerak atau perubahan material; kerekan, *slinger*, rantai dan peralatan lain yang mungkin diperlukan untuk mengangkat sesuatu yang berat; alat ukur, kayu atau peralatan lainnya yang cocok untuk memeriksa kemiringan cetakan; isolasi atau adukan semen atau kedua-duanya dapat dipakai untuk menghindari robeknya lapisan plastik oleh pecahan batu yang tajam atau runcing.

7. Bahaya keselamatan

7.1 Metode uji ini termasuk penanganan beban berat.

8. Bahaya kesalahan teknis

8.1 Material yang dapat bergerak atau berubah bentuk selama pengujian harus diidentifikasi dan diambil tindakan penyelamatan.

8.2 Kesalahan dapat terjadi pada perhitungan berat isi material karena pengaruh kadar air material yang berlebihan. Kesalahan ini sangat jelas terlihat pada material uji yang mempunyai tingkat kelulusan air tinggi seperti pasir dan kerikil dengan dasar lubang uji dekat atau di bawah muka air. Gaya angkat air bebas di bawah atau di belakang pelapis yang dikhawatirkan akan mengganggu ketelitian penentuan volume.

8.3 Daerah uji dan peralatan harus dilindungi secara baik selama musim cuaca buruk seperti hujan, salju atau angin kencang. Jika diperlukan nilai kadar air di lapangan, maka mungkin perlu untuk melindungi lokasi dari sinar matahari langsung.

8.4 Selama pengujian berlangsung mungkin diperlukan banyak wadah. Semua wadah harus diberi nomor atau label yang jelas untuk menghindari kemungkinan tertukar.

8.5 Bila massa total air atau contoh tanah, atau kedua-duanya melampaui kapasitas timbangan yang dipakai, maka diperlukan penentuan massa secara kumulatif. Perlu diperhatikan bahwa massa total harus ditentukan secara teliti.

9. Kalibrasi dan standarisasi

9.1 Jika volume air yang digunakan ditentukan dengan alat pengukur air, maka alat tersebut harus dikalibrasi untuk memenuhi persyaratan pada pasal 6.8.

10. Prosedur A – Kepadatan di lapangan dan berat isi total material

10.1 Prosedur A digunakan untuk menentukan berat isi total (lihat pasal 1.4)

10.2 Tentukan volume contoh yang direkomendasikan dan pilih cetakan yang sesuai untuk mengantisipasi gradasi tanah sesuai dengan informasi pada Lampiran 1. Siapkan kekurangan peralatan yang dibutuhkan.

6.11 *Miscellaneous Equipment*, sandbags used to prevent movement of the template during the test; shovels, picks, chisels, bars, knives, and spoons for digging test pit; buckets or seamless cans with lids, drums, barrels, or other suitable containers for retaining the test specimen without moisture change; cloth for collecting excess soil; assorted pans and porcelain dishes suitable for drying moisture content specimens; boards, planks, etc., to serve as a work platform when testing soils that may flow or deform; hoists, slings, chains, and other suitable equipment that may be required to handle heavy loads; surveyor's level and rod or other suitable equipment for checking the slope on the template in place; duct tape or mortar, or both, used to prevent tearing of the plastic sheeting by sharp rock fragments.

7. Safety Hazards

7.1 This test method involves handling heavy loads.

8. Technical Hazards

8.1 Materials that may flow or deform during the test must be identified and appropriate precautions taken.

8.2 Errors may arise in the computed unit weight of material due to the influence of excessive moisture in the material. These errors may be significant in materials with high permeability such as sands and gravels where the bottom of the test hole is close to or below the water table. The buoyant forces of free water beneath or behind the liner may adversely affect the volume determination.

8.3 The test area and equipment must be suitably protected during periods of inclement weather such as rain, snowfall, or high wind. If the in-place moisture content value is required, it may be necessary to protect the area from direct sunlight.

8.4 Numerous containers may be required during performance of this test method. All containers must be properly labeled to avoid a possible mixup.

8.5 The total mass of the water, or soil sample, or both, may exceed the capacity of the scale used, requiring cumulative determinations of mass. Care must be taken to ensure that the total mass is properly determined.

9. Calibration and Standardization

9.1 If the volume of water used is determined with a water-measuring device, the device must be calibrated to meet the requirements of 6.8.

10. Procedure A—In-Place Density and Unit Weight of Total Material

10.1 Procedure A is used to determine a total unit weight (see 1.4).

10.2 Determine the recommended sample volume and select the appropriate template for the anticipated soil gradation in accordance with information in Annex A1. Assemble the remainder of the required equipment.

10.3 Tentukan massa setiap kombinasi dari wadah yang kosong, tutup dan lapiasi wadah (jika dipakai) untuk memuat material hasil galian. Beri nomor pada wadah dan beri tanda sesuai pemakaian. Tuliskan berat pada wadah atau buat daftar terpisah.

10.4 Siapkan air yang akan dipakai secukupnya. Volume sumur uji yang digali ditentukan dengan mengisi air ke dalam sumur uji dan mengukur massa atau volume sumur uji yang akan diperkirakan. Menghitung massa air yang digunakan pada prakteknya biasanya hanya untuk yang berdiameter cincin 3 ft sampai 4 ft (1 m sampai 1,3 m). Jika massa air telah dihitung, ikuti petunjuk pada pasal 10.4.1. Jika volume air telah diukur, ikuti petunjuk pada pasal 10.4.2.

10.4.1 Jika massa air yang digunakan telah diukur, wadah air harus disiapkan untuk massa air yang telah ditentukan sebelum dan sesudah pengujian. Untuk sumur uji dengan volume 3 ft³ sampai 6 ft³ (0.08 m³ sampai 0.17 m³), gunakan wadah seperti ember dengan kapasitas 5 galon agar massa yang telah ditentukan pada timbangan atau neraca yang biasanya digunakan di laboratorium. Volume sumur uji yang lebih besar dapat diukur dengan menggunakan wadah air dengan tangki atau drum dengan kapasitas 55 galon, jika peralatan seperti kerekan dan timbangan yang sesuai tersedia untuk menentukan massa.

10.4.1.1 Diperlukan dua set air dan wadah. Penentuan volume dari sumur uji membutuhkan dua penentuan massa air untuk: (a) mengukur massa air yang digunakan untuk mengisi ruang antara permukaan tanah (sebelum penggalian sumur uji) dan referensi muka air pada cetakan; dan (b) mengukur massa air yang digunakan untuk mengisi sumur uji sehingga mencapai referensi muka air dalam cetakan yang sama. Perbedaan antara kedua massa tersebut memberikan nilai massa air dalam sumur uji.

10.4.1.2 Perkirakan massa air (dan banyaknya wadah) yang dibutuhkan untuk mengisi cetakan. Perkiraan massa tersebut dapat dihitung dengan mengalikan volume cetakan dengan kepadatan air. Beri nomor wadah yang akan digunakan dan tandai setelah digunakan, misalnya "koreksi cetakan". Isi wadah dengan air dan tentukan serta catat massa wadah dan air.

10.4.1.3 Untuk antisipasi volume sumur uji, perkirakan massa air yang dibutuhkan untuk mengisi sumur uji. Perkiraan massa air yang akan digunakan untuk sumur uji bisa dihitung dengan mengalikan antisipasi volume sumur uji dengan kepadatan air dan kemudian tambahkan dengan massa air yang dihitung pada pasal 10.4.1.2. Tambahkan volume air sekitar 25% untuk memastikan bahwa persediaan air mencukupi. Tentukan jumlah wadah yang dibutuhkan, beri nomor dan tandai setelah digunakan, misalnya "sumur uji". Isi wadah dengan air, tentukan dan catat massa wadah dan air. Lakukan proses seperti pada pasal 10.5.

10.4.2 Jika volume air yang digunakan telah diukur, gunakan alat pengukur air untuk mengukur jumlah galon (liter) air yang digunakan dari truk air, tampungan air yang besar atau wadah air yang besar misalnya drum dengan kapasitas 55 galon. Alat pengukur air harus memenuhi persyaratan seperti yang tercantum pada pasal 6.8.

10.4.2.1 Pemisahan antara dua penentuan volume diperlukan untuk: (a) mengukur volume air untuk mengisi kekosongan antara permukaan tanah (sebelum penggalian sumur uji) dan referensi muka air pada cetakan; dan (b) mengukur volume air yang digunakan dan mengisi sumur uji agar sama dengan muka air pada cetakan. Perbedaan antara dua volume memberikan volume air dalam sumur uji.

10.3 Determine the mass of each combination of empty container, lid, and container liner (if used) that will contain the excavated material. Number the containers and mark as to use. Write the mass on the container or prepare a separate list.

10.4 Prepare the quantity of water to be used. The volume of the excavated test pit is determined by filling the test pit with water and either the mass or volume of the water measured. Measuring the mass of water used is usually only practical for 3 to 4-ft (1 to 1.3-m) diameter rings. If the mass of water is measured, follow 10.4.1. If the volume of water is measured, follow 10.4.2.

10.4.1 If the mass of water used is measured, containers of water must be prepared with the mass of water determined before and after the test. For test pits with volumes of 3 to 6 ft³, (0.08 to 0.17 m³), use containers such as 5-gal buckets so the mass can be determined on a balance or scale of the type normally found in a laboratory. Larger test pit volumes can be measured using water contained in tanks or 55-gal drums if equipment, such as a hoist and a suitable scale, is available to determine the mass.

10.4.1.1 Two sets of water and containers are necessary. Determining the volume of the test pit requires two separate determinations of the mass of water to: (a) measure the mass of water used to fill the space between the soil surface (before the test pit is excavated) and a water-level reference in the template; and (b) measure the mass of water used to fill the test pit up to the same water-level reference. The difference between the two masses gives the mass of water in the test pit.

10.4.1.2 Estimate the mass of water (and the number of containers) required to fill the template. The estimated mass may be calculated by multiplying the template volume by the density of water. Number the containers to be used and mark as to use, for example "template correction." Fill the containers with water, and determine and record the mass of the containers and water.

10.4.1.3 From the anticipated volume of the test pit, estimate the mass of water required to fill the test pit. The estimated mass of water to be used for the test pit may be calculated by multiplying the anticipated volume of the test pit by the density of water and then adding to it the mass of water calculated in 10.4.1.2. Increase this amount by about 25 % to ensure that a sufficient supply of water is available at the site. Determine the number of containers required, number them, and mark as to use, for example, "test pit." Fill the containers with water, and determine and record the mass of the containers and water. Proceed to 10.5.

10.4.2 If the volume of water used is measured, use a water-measuring device to measure the gallons (litres) of water used from a water truck, a large water reservoir, or large containers of water such as 55-gal drums. The water-measuring device must meet the requirements of 6.8.

10.4.2.1 Two separate determinations of volume are necessary to: (a) measure the volume of water to fill the space between the soil surface (before the test pit is excavated) and a water-level reference in the template; and (b) measure the volume of water used to fill the test pit up to the same water-level reference in the template. The difference between the two volumes gives the volume of water in the test pit.

10.4.2.2 Perkiraan volume air yang dibutuhkan sama dengan volume antisipasi sumur uji ditambah dua kali perhitungan volume silinder logam. Jika cocok, kalikan volume yang dibutuhkan dengan 7,48 kubik untuk menentukan volume dalam galon. Tambahkan jumlah ini dengan kira-kira 25% untuk memastikan bahwa persediaan air mencukupi. Jika wadah digunakan, tentukan jumlah yang dibutuhkan dan isi wadah dengan air; jika tidak, isi truk atau tampungan dengan air yang mencukupi.

10.5 Pilih daerah pengujian yang cukup mewakili, hindari daerah pembuangan butiran besar yang akan merusak silinder logam.

10.6 Penyiapan area permukaan yang akan diuji:

10.6.1 Pindahkan semua material lepas sehingga diperoleh area yang cukup luas untuk menempatkan cetakan. Siapkan permukaan yang terbuka supaya terbentuk bidang yang cukup rata dan kokoh.

10.6.2 Personel tidak boleh menginjak daerah yang telah terpilih untuk pengujian. Sediakan landasan kerja jika material uji dapat mengalami pergerakan atau berubah bentuk.

10.7 Penempatan dan peletakkan cetakan pada permukaan yang telah disiapkan:

10.7.1 Tempatkan cetakan dengan kuat untuk menghindari pergerakan selama dilakukan pengujian. Gunakan patok besi, pemberat atau alat lain untuk mempertahankan posisi cetakan. Periksa elevasi beberapa titik cetakan. Karena referensi muka air dapat dipertahankan di bawah dari bagian atas cetakan, maka cetakan tidak harus datar betul asalkan kemiringannya tidak boleh melebihi 5%.

10.7.2 Angkat semua material yang terlepas sewaktu meletakkan cetakan. Perhatikan jangan sampai terdapat ruang yang kosong di bawah cetakan. Jika perlu ruang kosong di bawah cetakan tersebut dapat diisi dengan tanah plastik, lempung, adukan semen atau material yang cocok lainnya asalkan material tersebut tidak digali sebagai bagian dari material yang diangkat dari sumur uji.

10.7.3 Periksa permukaan sumur uji di bawah cetakan. Jika perlu tutup semua ujung yang runcing dengan isolasi atau material lainnya untuk mencegah kemungkinan lapisan plastik robek atau berlubang.

10.8 Tentukan volume ruang antara permukaan tanah dan referensi muka air.

10.8.1 Ketidakteraturan pada permukaan tanah harus diperhitungkan. Hal ini dapat dilakukan dengan menentukan volume air yang diperlukan untuk mengisi ruang antara muka tanah dan referensi muka air.

10.8.2 Tempatkan lapisan plastik setebal 4 mil sampai 6 mil di atas cetakan dan bentuk dengan tangan sesuai permukaan tanah yang tidak rata maupun lekuk cetakan. Lebarnya pelapis tersebut harus lebih panjang sekitar 3 ft (1 m) di luar cetakan. Pelapis tidak boleh terlalu tegang ataupun tidak boleh berlipat-lipat (lihat Gambar 2)

10.8.3 Pasang alat referensi muka air. Biasanya alat tersebut dipasang setelah air dalam cetakan mencapai ketinggian yang mudah diukur.

10.4.2.2 The approximate volume of water required equals the anticipated volume of the test pit plus twice the calculated volume of the template. If appropriate, multiply the required volume in cubic feet by 7.48 to determine the volume in gallons. Increase this amount by about 25 % to ensure that a sufficient supply of water is available at the site. If containers are used, determine the number required and fill the containers with water; otherwise, fill the water truck or water reservoir with sufficient water.

10.5 Select a representative area for the test, avoiding locations where removal of large particles would undermine the template.

10.6 *Preparation of the Surface Area to be Tested:*

10.6.1 Remove all loose material from an area large enough on which to place the template. Prepare the exposed surface so that it is a firm, reasonably level plane.

10.6.2 Personnel should not step on or around the area selected for testing. Provide a working platform when testing materials which may flow or deform.

10.7 *Placing and Seating the Template on the Prepared Surface:*

10.7.1 Firmly seat the template to avoid movement of the template while the test is performed. The use of nails, weights, or other means may be necessary to maintain the position. Check the elevation at several locations on the template. Since the water-level reference is kept below the top of the template, it is not necessary that the template be exactly level, but the slope of the template should not exceed 5 %.

10.7.2 Remove any material loosened while placing and seating the template, taking care to avoid leaving any void space under the template. If necessary, voids under the template may be filled using plastic soil, molding clay, mortar, or other suitable material, provided that this material is not subsequently excavated as part of the material removed from the test pit.

10.7.3 Inspect the surface within the template. If necessary, cover any sharp edges with duct tape or other suitable material to prevent tearing or puncturing of the plastic lining.

10.8 Determine the volume of the space between the soil surface and the water-level reference.

10.8.1 Irregularities of the soil surface within the template must be taken into account. To do this, determine the volume of water required to fill the space between the soil surface and the water-level reference.

10.8.2 Place a liner 4 to 6 mil thick over the template, and shape it by hand to conform to the irregular soil surface and the template. The liner should extend approximately 3 ft (1 m) outside the template. The liner should not be stretched too taut or contain excessive folds or wrinkles (see Fig. 2).

10.8.3 Assemble the equipment for the water-level reference indicator. Normally, the water-level reference is set after the water in the template reaches a practical level.

10.8.4 Jika volume air sedang diukur, pasang alat ukur meter air pada angka nol dan catat bacaan awal pada indikator. Tuang air dari wadah atau dari tampungan ke dalam cetakan sampai muka air mencapai ketinggian tertentu. Kemiringan cetakan dan gerakan atau gelombang yang mungkin terjadi harus dipertimbangkan sehingga tidak ada air yang hilang. Pasang alat referensi muka air (lihat Gambar 3). Jika volume air sedang diukur, catat bacaan akhir pada alat ukur muka air. Jika massa air sedang diukur, simpan air yang tersisa untuk penentuan massa selanjutnya.

10.8.4.1 Periksa kemungkinan kebocoran dengan mengamati permukaan air beberapa saat untuk kemungkinan terjadinya gelembung-gelembung udara, turunnya permukaan air dan lain-lain.

10.8.5 Buat tanda-tanda yang tepat sehingga penunjuk muka air dapat ditempatkan pada posisi dan ketinggian yang sama pada galian sumur uji dan kemudian lepaskan alat referensi muka air.

10.8.6 Pindahkan air dalam cetakan dan buka pelapis.

10.9 Penggalian sumur uji:

10.9.1 Dengan menggunakan peralatan (sekop, pahat, pisau, jeruji dan lain-lain) gali bagian tengah sumur uji. Penggunaan peralatan berat seperti *backhoe* atau kerekan mekanik atau kerekan hidrolik mungkin diperlukan untuk membuang butiran yang lebih besar.



Gambar 2 - Lapisan plastik yang dipasang pada persiapan untuk menentukan volume awal

10.8.4 If the volume of water is being measured, set the water-measuring device indicator to zero or record the initial reading of the indicator. Pour the water from the containers or discharge the water from the water reservoir into the template until the water level reaches a practical level. The slope of the template and any possible wave action must be considered to prevent losing any water. Set the water-level reference indicator (see Fig. 3). If the volume of water is being measured, record the final reading of the water-measuring device. If the mass of water is being measured, save the remaining water for a subsequent determination of mass.

10.8.4.1 Inspect for water leakage by looking for bubbles, observing the water level over an appropriate time, etc.

10.8.5 Make appropriate markings so that the water-level indicator can be placed in the identical position and at the same elevation following excavation of the test pit. Disassemble the water-level reference indicator.

10.8.6 Remove the water in the template, and remove the liner.

10.9 *Excavating the Test Pit:*

10.9.1 Using handtools (shovel, chisel, knife, bar, etc.), excavate the center portion of the test pit. Use of heavy equipment, such as a backhoe or a mechanical or hydraulic hoist, may be required to remove large particles.



FIG. 2 Plastic Liner Placed in Preparation for the Initial Volume Determination



Gambar 3 - Mengukur penunjuk muka air dengan alat siku

10.9.1.1 Hindari terjadinya pergerakan peralatan berat pada daerah uji karena dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk material pada sumur uji.

10.9.2 Letakkan semua material yang dipindahkan dari sumur uji ke dalam wadah. Hati-hati, jangan sampai ada material yang terbang.

CATATAN 2 Untuk cetakan berukuran lebih kecil dengan wadah material berada di luar cetakan, kain atau lembaran plastik dapat diletakkan di bawah wadah untuk memudahkan dalam mengangkat dan mengumpulkan material yang lepas.

10.9.3 Jika tidak digunakan, wadah harus tetap tertutup untuk menghindari hilangnya kadar air. Kantong plastik bersegel mungkin bisa digunakan di dalam wadah untuk menahan material.

10.9.4 Bentuk sisi galian dengan hati-hati sehingga dimensi sumur uji berada di tempat yang bersinggungan yaitu antara batas cetakan dengan tanah tetap tidak berubah sesuai dengan dimensi dalam cetakan. Hindari perubahan pada cetakan dan material yang berada di bawah atau di luar cetakan.

10.9.5 Lanjutkan penggalian sampai mencapai kedalaman yang diperlukan, pindahkan dengan hati-hati semua material yang telah dipadatkan atau dilepas selama penggalian.

10.9.5.1 Jika selama penggalian material dari dalam sumur uji ditemukan butiran sebesar 1,5 kali atau lebih dari ukuran maksimum butiran yang dipakai untuk menentukan dimensi dan volume minimum sumur uji (lihat Lampiran A), maka sisihkan butiran dan beri tanda dengan jelas. Massa dan volume butiran harus ditentukan dan dikurangi dari berat dan volume material yang diangkat dari sumur uji. Anggap butiran yang lebih besar sebagai butiran paling besar dan ikuti prosedur pada Bagian 11, kecuali jika berat isi total yang akan terdiri dari butiran yang lebih besar tidak perlu dihitung dan fraksi kontrol yang ditentukan kemudian menjadi nilai material total sumur uji.

10.9.5.2 Jika ditemukan cukup banyak butiran yang lebih besar sehingga mencapai kira-kira 5% atau lebih dari jumlah massa tanah yang tergali, maka ulangi pengujian dengan sumur uji lebih besar sesuai dengan petunjuk Lampiran A1.



FIG. 3 Measuring the Water-Level Reference with a Carpenter's Square

10.9.1.1 Do not permit the movement of heavy equipment in the area of the test if deformation of the material within the test pit may occur.

10.9.2 Place all material removed from the test pit in the container(s). Take care to avoid losing any material.

NOTE 2—For the smaller size templates where the containers for the material may be outside the template, a cloth or plastic sheet may be placed under the containers to facilitate locating and collecting any loose material.

10.9.3 Keep container(s) covered when not in use to avoid loss of moisture. A sealable plastic bag may be used inside the container to hold the material.

10.9.4 Carefully trim the sides of the excavation so the dimensions of the test pit at the soil-template contact are as close as possible to the dimensions of the template hole. Avoid disturbing the template or the material beneath or outside the template.

10.9.5 Continue the excavation to the required depth, carefully removing any material that has been compacted or loosened in the process.

10.9.5.1 If during excavation of material from within the test pit, a particle (or particles) is found that is about $1\frac{1}{2}$ times, or more, larger than the maximum particle size used to establish the dimensions and minimum volume of the test pit (see Annex A1), set the particle(s) aside and mark appropriately. The mass and volume of the particle(s) must be determined and subtracted from the mass and volume of the material removed from the test pit. Consider the larger particle(s) as "oversize," and follow the procedure outlined in Section 11 except that the "total" unit weight, which would include the larger particle(s), need not be calculated. The "control fraction" values determined then become the values for the total material from the test pit.

10.9.5.2 If enough of these particles are found so that their mass is determined to be about 5% or more of the mass of the excavated soil, repeat the test with a larger test pit in accordance with the guidelines in Annex A1.

10.9.6 Usahakan sisi sumur dalam kondisi tegak, tetapi sesuai kebutuhan dengan kemiringan ke arah dalam (lihat Gambar 4). Material non kohesif akan membentuk sumur uji seperti kerucut.

10.9.7 Bentuk penampang sumur uji yang telah selesai digali harus sedemikian rupa sehingga dapat diisi air sampai sumur galian tersebut penuh. Sisi sumur uji harus dibuat selicin mungkin dan tidak boleh ada bagian yang menonjol maupun berlekuk.

10.9.8 Bersihkan dasar sumur uji dari semua material yang terlepas.

10.9.9 Periksa permukaan material dalam cetakan. Tutup semua bagian yang runcing dengan isolasi atau material lain untuk mencegah kemungkinan lapisan plastik robek. Adukan semen, maupun material lain mungkin bisa digunakan untuk mengisi lekuk yang dapat menutup bagian-bagian yang runcing, menonjol atau berlekuk yang tidak dapat diratakan atau dihilangkan. Volume material yang digunakan harus dapat ditentukan dan bahan atau peralatan harus disediakan sesuai dengan kebutuhan.

10.9.9.1 Jika menggunakan adukan semen, ukur massa adukan semen dan hitung volume dalam meter kubik (m^3) sesuai ASTM C 138.

10.10 Penentuan volume sumur uji:

10.10.1 Tempatkan pelapis dalam sumur uji. Pelapis dengan tebal sekitar 4 mil sampai 6 mil harus cukup lebar agar melebihi batas luar cetakan 3 ft (1 m) setelah dipasang dan dibentuk secara hati-hati di dalam sumur uji. Lebihkan panjang pelapis dari ukuran cetakan agar bisa ditarik bila ada kelonggaran. Pelapis tidak boleh terlalu tegang maupun terlipat atau berkerut. Periksa apakah terdapat lubang pada pelapis sebelum digunakan.

10.10.2 Jika volume air sedang diukur, pasang alat ukur muka air pada angka nol dan catat bacaan awal pada alat penunjuk. Tuangkan air dari wadah atau tampungan dalam sumur uji sampai air mencapai ketinggian yang dinyatakan oleh alat penunjuk. Jika pengisian telah selesai, catat bacaan akhir pada alat penunjuk. Jika massa air sedang diukur, simpan sisa air yang tersisa untuk penentuan massa berikutnya. Jika perlu hitung jumlah galon (liter) air yang digunakan.



Gambar 4 - Sumur uji pada saat penggalian

10.9.6 The sides of the pit should be as close to vertical as possible but will, out of necessity, slope inward (see Fig. 4). Materials that do not exhibit much cohesion will result in a more conically shaped test pit.

10.9.7 The profile of the finished pit must be such that the water will completely fill the excavation. The sides of the test pit should be as smooth as possible and free of pockets or overhangs.

10.9.8 The bottom of the test pit must be cleaned of all loosened material.

10.9.9 Inspect the surface of the material within the template. Cover any sharp edges with duct tape or other suitable material to prevent tearing or puncture of the plastic lining. Mortar, or other suitable material, may be used to fill recesses to eliminate sharp edges, overhangs, or pockets that cannot be smoothed or eliminated. The volume of the material used must be able to be determined and provisions to do this made accordingly.

10.9.9.1 If mortar is used, measure the mass of mortar and calculate the volume in cubic feet in accordance with Test Method C 138.

10.10 *Determine the Volume of the Test Pit:*

10.10.1 Place the liner into the test pit. The liner, approximately 4 to 6 mil thick, should be large enough to extend approximately 3 ft (1 m) outside the template boundaries after having been carefully placed and shaped within the pit. Make allowances for slack. The liner should not be stretched too taut nor contain excessive folds or wrinkles. Inspect the liner for punctures before use.

10.10.2 If the volume of water is being measured, set the water-measuring device indicator to zero or record the initial reading of the indicator. Pour the water from the containers or discharge the water from the water reservoir into the test pit until the water reaches the water-level reference indicator. When the filling is complete, record the final reading of the water-measuring device indicator. If the mass of water is being measured, set aside the remaining water for a subsequent determination of mass. If necessary, calculate the gallons (litres) of water used.



FIG. 4 Test Pit During Excavation

10.10.2.1 Periksa kemungkinan kebocoran dengan mengamati permukaan air beberapa saat untuk kemungkinan terjadinya gelembung-gelembung udara, turunnya permukaan air dan lain-lain.

10.10.3 Jika massa air sedang diukur, tentukan dan catat temperatur air pada sumur uji.

10.10.4 Pindahkan air dari sumur uji dan angkat pelapis. Periksa apakah pelapis berlubang sehingga dapat meloloskan air selama pengujian. Lolosnya air akan membutuhkan penentuan volume yang lain.

10.11 Perhitungan volume sumur uji:

10.11.1 Jika massa air sedang diukur, tentukan massa sebagai berikut:

10.11.1.1 Hitung dan catat massa wadah dan sisa air yang tersimpan setelah pengisian cetakan (ruang antara muka tanah dan penunjuk muka air)

10.11.1.2 Hitung dan catat massa total air yang dipakai untuk mengisi cetakan pada penunjuk muka air.

10.11.1.3 Tentukan dan catat massa wadah dan sisa air yang tersimpan setelah pengisian sumur uji dan cetakan pada penunjuk muka air.

10.11.1.4 Hitung dan catat massa total air yang dipakai untuk mengisi sumur uji dan cetakan pada penunjuk muka air.

10.11.1.5 Hitung dan catat massa air yang digunakan untuk mengisi sumur uji.

10.11.1.6 Menggunakan kepadatan air $62,3 \text{ lbm/ft}^3$ (ini diasumsikan sebagai temperatur antara 18°C dan 24°C), hitung dan catat volume air yang digunakan untuk mengisi sumur uji. Jika adukan semen atau material yang lain tidak digunakan, nilai ini merupakan volume dari sumur uji. Jika menggunakan adukan semen, tambahkan volume adukan semen yang telah dihitung dengan volume air yang dipakai untuk menentukan volume sumur uji.

10.11.2 Jika volume air sedang diukur, tentukan volume sebagai berikut:

10.11.2.1 Hitung dan catat volume air yang digunakan untuk mengisi cetakan (kekosongan antara permukaan tanah dengan permukaan air).

10.11.2.2 Hitung dan catat volume air yang digunakan untuk mengisi sumur uji dan silinder logam.

10.11.2.3 Hitung dan catat volume air yang digunakan untuk mengisi sumur uji.

10.11.2.4 Hitung dan catat kubik feet air yang digunakan untuk mengisi sumur uji. Jika adukan semen tidak digunakan, nilai ini merupakan volume sumur uji. Jika adukan semen digunakan, tambahkan adukan semen yang telah dihitung (lihat pasal 10.9.9.1) dengan volume air yang digunakan untuk menentukan volume sumur uji.

10.10.2.1 Inspect for water leakage by looking for bubbles, observing the water level over an appropriate time, etc.

10.10.3 If the mass of the water is being measured, determine and record the temperature of the water in the test pit.

10.10.4 Remove the water from the test pit, and remove the liner. Inspect the liner for any holes that may have allowed water to escape during the test. Loss of water will require another determination of the volume.

10.11 *Calculating the Volume of the Test Pit:*

10.11.1 If the mass of water is being measured, determine the mass as follows:

10.11.1.1 Determine and record the mass of the container(s) and remaining water after filling the template (the space between the soil surface and the water-level reference).

10.11.1.2 Calculate and record the total mass of water used to fill the template to the water-level reference.

10.11.1.3 Determine and record the mass of the container(s) and remaining water after filling the test pit and template to the water-level reference.

10.11.1.4 Calculate and record the total mass of water used to fill the test pit and template to the water-level reference.

10.11.1.5 Calculate and record the mass of water used to fill the test pit.

10.11.1.6 Using a density of water of 62.3 lbm/ft^3 (this assumes a temperature between 18 and 24°C), calculate and record the volume of water used to fill the test pit. If mortar or other material was not used, this value is the volume of the test pit. If mortar was used, add the calculated volume of mortar to the volume of water used to determine the volume of the test pit.

10.11.2 If the volume of the water is being measured, determine the volume as follows:

10.11.2.1 Calculate and record the volume of water used to fill the template (the space between the soil surface and the water-level reference).

10.11.2.2 Calculate and record the volume of water used to fill the test pit and template.

10.11.2.3 Calculate and record the volume of water used to fill the test pit.

10.11.2.4 Calculate and record the cubic feet of water used to fill the test pit. If mortar was not used, this value is the volume of the test pit. If mortar was used, add the calculated volume of mortar (see 10.9.9.1) to the volume of water used to determine the volume of the test pit.

10.12 Penentuan berat isi kering:

10.12.1 Penentuan massa total dari material galian dan wadah.

10.12.2 Hitung dan catat massa total dari wadah yang digunakan untuk menampung material galian. Catat nomor wadah.

10.12.3 Hitung dan catat massa dari material galian.

10.12.4 Hitung kepadatan basah dari material galian.

10.12.5 Jika diperlukan nilai persen pemadatan atau kepadatan relatif fraksi kontrol, maka pisahkan material dengan menggunakan ayakan dengan ukuran yang tepat dan ikuti Prosedur B.

10.12.6 Jika prosedur B tidak dipakai, ambil contoh material galian basah dari material yang digali; tentukan kadar air sesuai dengan ASTM D 2216 atau ASTM C 566 dan catat.

CATATAN 3 Untuk menentukan secara cepat kadar air dari tanah yang mengandung butiran halus kurang dari 15% (ukuran ayakan kurang dari No. 200), dapat digunakan pemanas gas atau listrik. Jika dipakai sumber panas yang lain selain oven dengan suhu yang dapat diatur, maka aduk contoh uji untuk mempercepat pengeringan dan untuk menghindari kelebihan panas pada suatu tempat. Material dapat dianggap sudah kering jika pemanasan lebih lanjut menyebabkan kehilangan berat tambahan kurang dari 0,1%.

10.12.7 Hitung dan catat kepadatan kering dan berat isi kering material.

11. Prosedur B – Kepadatan di lapangan dan berat isi fraksi kontrol

11.1 Prosedur ini dipakai jika diperlukan jumlah persen pemadatan atau kepadatan relatif fraksi kontrol (lihat pasal 1.4)

11.2 Tentukan kepadatan basah dari total material di lapangan dengan mengikuti Prosedur A, seperti tercantum pada pasal 10.2 sampai pasal 10.12.4.

11.3 Untuk mendapatkan kepadatan basah fraksi kontrol, tentukan massa dan volume butiran yang lebih besar dari ukuran butiran maksimum dan kurangi dari massa total dan volume total untuk mendapatkan massa dan volume fraksi kontrol. Hitung kepadatan fraksi kontrol dari massa dan volume fraksi kontrol.

11.3.1 Biasanya untuk menentukan kepadatan basah dan menghitung kepadatan kering fraksi kontrol perlu diketahui kadar air fraksi kontrol tersebut.

11.3.2 Selain itu dapat ditentukan pula kadar air dari butiran yang lebih besar maupun total material dan jumlah persen butiran yang lebih besar.

11.4 Setelah dihitung massa basah total material yang diangkat dari sumur uji, pisahkan material menjadi fraksi kontrol dan butiran yang lebih besar dengan memakai ayakan. Hal ini harus dilakukan dengan cepat untuk mengurangi kemungkinan hilangnya kadar air. Jika pengujian ini dipakai untuk pengendalian konstruksi, fraksi kontrol perlu diletakkan di dalam wadah kedap udara untuk pengujian lebih lanjut.

11.5 Cuci butiran yang lebih besar dan kurangi air bebas pada permukaan butiran dengan cara penyerapan atau metode yang serupa.

10.12 Determine the Dry Unit Weight:

10.12.1 Determine the total mass of the excavated material and containers.

10.12.2 Calculate and record the total mass of the containers used to hold the excavated material. Record the container numbers.

10.12.3 Calculate and record the mass of excavated material.

10.12.4 Calculate the wet density of the excavated material.

10.12.5 If percent compaction or percent relative density of the control fraction is required, separate the material using the appropriate size sieve and follow the procedures in Procedure B.

10.12.6 If Procedure B is not used, obtain a moisture content specimen representative of the excavated material; determine the moisture content in accordance with Method D 2216 or Test Method C 566 and record.

NOTE 3—For rapid moisture content determination of soils containing less than 15% fines (minus No. 200 sieve), a suitable source of heat such as an electric or gas hotplate may be used. If a source of heat other than the controlled temperature oven is used, stir the test specimen to accelerate drying and avoid localized overheating. The material may be considered dry when further heating causes, or would cause, less than 0.1 % additional loss of mass.

10.12.7 Calculate and record the dry density and dry unit weight of the material.

11. Procedure B—In-Place Density and Unit Weight of Control Fraction

11.1 This procedure is used when percent compaction or percent relative density of the control fraction is required (see 1.4).

11.2 Obtain the in-place wet density of the total material by following the procedure for Procedure A, as stated in 10.2-10.12.4.

11.3 To obtain the wet density of the control fraction, determine the mass and volume of the oversize particles and subtract from the total mass and total volume to get the mass and volume of the control fraction. Calculate the density of the control fraction from the mass and volume of the control fraction.

11.3.1 Normally, the wet density of the control fraction is determined and the dry density is calculated using the moisture content of the control fraction.

11.3.2 In addition, the moisture content of the oversize particles, the moisture content of the total material, and the percentage of oversize particles may be determined.

11.4 After obtaining the wet mass of total material removed from the test pit, separate the material into the control fraction and the oversize particles using the designated sieve. Do this rapidly to minimize loss of moisture. If the test is for construction control, place the control fraction in an airtight container for further tests.

11.5 Wash the oversize particles and reduce the free water on the surface of the particles by blotting, draining, or using a similar method.

11.6 Tentukan massa basah butiran yang lebih besar dan wadah yang berisi seberat yang telah ditentukan dan dicatat.

11.7 Hitung massa basah butiran yang lebih besar dan catat.

11.8 Hitung massa basah fraksi kontrol dan catat.

11.9 Hitung dan catat volume butiran yang lebih besar dengan menggunakan berat jenis butiran tersebut. Jika pengujian untuk berat jenis butiran yang lebih besar dari sumber tertentu yang telah dilakukan dan nilainya relatif konstan, maka berat jenis dapat diperkirakan. Jika tidak, cari contoh yang serupa dan tentukan berat jenis butiran sesuai ASTM C 127 terkecuali jika tidak digunakan pengeringan oven dan perendaman selama 24 jam. Berat jenis butiran yang dipakai harus cocok dengan tingkat kadar air butiran yang lebih besar jika hendak menentukan massanya. Sesuai pemakaian dalam metode uji ini, berat jenis menyeluruh harus dapat ditentukan untuk butiran yang lebih besar dalam keadaan lengas sebagaimana tercantum pada pasal 11.5 sampai pasal 11.7. Jika digunakan oven pengering atau permukaan jenuh kering dari berat jenis butiran, maka tentukan masing-masing berat butiran yang lebih besar untuk menghitung berat jenis butiran tersebut.

11.10 Hitung volume fraksi kontrol dan catat.

11.11 Hitung kepadatan basah fraksi kontrol.

11.12 Tentukan kadar air fraksi kontrol sesuai ASTM C 566 atau ASTM D 2216 (lihat CATATAN 2) dan catat.

11.13 Hitung kepadatan kering dan berat isi kering fraksi kontrol dan catat.

11.14 Jika diperlukan tentukan dan catat kadar air butiran yang lebih besar sesuai ASTM C 566 atau ASTM D 2216 (lihat CATATAN 2). Jika sebelumnya telah dilakukan pengujian untuk kadar air butiran yang lebih besar dari sumber tertentu dan nilainya relatif konstan, maka kadar air dapat diperkirakan.

11.15 Jika diperlukan, tentukan jumlah persen butiran yang lebih besar.

11.15.1 Hitung massa kering fraksi kontrol dan catat.

11.15.2 Hitung massa kering butiran yang lebih besar dan catat.

11.15.3 Hitung massa kering contoh total dan catat.

11.15.4 Hitung jumlah persen butiran yang lebih besar dan catat.

11.16 Jika diinginkan hitung kadar air material total dan catat.

11.17 Jika diinginkan hitung kepadatan kering dan berat isi kering total material dan catat.

11.6 Determine the wet mass of the oversize particles plus the container of predetermined mass and record.

11.7 Calculate the wet mass of the oversize particles and record.

11.8 Calculate the wet mass of the control fraction and record.

11.9 Calculate and record the volume of the oversize particles by using a bulk specific gravity value of the oversize particles. If previous tests for bulk specific gravity of the oversize particles from a particular source have been performed and the value is relatively constant, a specific gravity may be assumed. Otherwise, obtain a representative sample and determine the bulk specific gravity in accordance with Test Method C 127 except that oven drying and the 24-h soaking period are not used. The bulk specific gravity used must correspond to the moisture condition of the oversize particles when their mass is determined. As used in this test method, the bulk specific gravity must have been determined on the oversize particles in the moisture condition as stated in 11.5-11.7. If an oven dry or saturated surface dry (SSD) bulk specific gravity is used, then determine the mass of the oversize particles for this procedure on oven dry or SSD material, respectively.

11.10 Calculate the volume of the control fraction and record.

11.11 Calculate the wet density of the control fraction.

11.12 Determine the moisture content of the control fraction in accordance with Test Method C 566 or Method D 2216 (see Note 2) and record.

11.13 Calculate the dry density and dry unit weight of the control fraction and record.

11.14 If desired, determine and record the moisture content of the oversize particles in accordance with Test Method C 566 or Method D 2216 (see Note 2). If previous tests for moisture content of the oversize particles from a particular source have been performed and the value is relatively constant, a moisture content may be assumed.

11.15 If desired, determine the percentage of oversize particles:

11.15.1 Calculate the dry mass of the control fraction and record.

11.15.2 Calculate the dry mass of the oversize particles and record.

11.15.3 Calculate the dry mass of the total sample and record.

11.15.4 Calculate the percentage of oversize particles and record.

11.16 If desired, calculate the moisture content of the total material and record.

11.17 If desired, calculate the dry density and dry unit weight of the total material and record.

12 Perhitungan – Prosedur A

12.1 Hitung massa air yang digunakan untuk mengisi sumur uji dan cetakan sebagai berikut:

$$m_5 = m_1 - m_3 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

m_5 adalah massa air yang digunakan dalam mengisi cetakan dan volume sumur uji, lbm (kg)

m_1 adalah massa air dan wadah dalam cetakan dan sumur uji (sebelum pengujian),
lbm (kg),

m_3 adalah massa air dan wadah dalam cetakan dan volume sumur uji (setelah pengujian),
lbm (kg)

12.2 Hitung massa air yang digunakan dalam mengisi cetakan sebagai berikut:

$$m_6 = m_2 - m_4 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

m_6 adalah massa air dalam volume cetakan, lbm (kg)

m_2 adalah massa air dan wadah dalam volume cetakan (sebelum pengujian), lbm (kg)

m_4 adalah massa air dan wadah dalam volume cetakan (setelah pengujian), lbm (kg)

12.3 Hitung massa air yang digunakan dalam mengisi sumur uji sebagai berikut:

$$m_7 = m_5 - m_6 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

m_7 adalah massa air dalam sumur uji, lbm (kg)

m_5 adalah massa air yang digunakan dalam cetakan dan volume sumur uji, lbm (kg)

m_6 adalah massa air dalam volume cetakan, lbm (kg)

12.4 Hitung volume air yang digunakan dalam mengisi sumur uji sebagai berikut:

Mengukur massa air:

$$V_4 = m_7 / \rho_w \quad (\text{inci} - \text{pon}) \dots\dots\dots (4)$$

$$V_4 = (m_7 / \rho_w) \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

V_4 adalah volume air dalam sumur uji, ft³ (m³)

m_7 adalah massa air dalam sumur uji, lbm (kg)

ρ_w adalah kepadatan air, lbm/ ft³ (g/cm³)

atau

Mengukur volume air:

$$V_4 = V_3 \times 0.13368 \quad (\text{inci} - \text{pon}) \dots\dots\dots (6)$$

$$V_4 = V_3 \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \dots\dots\dots (7)$$

12. Calculation—Procedure A

12.1 Calculate the mass of the water used to fill the test pit and template as follows:

$$m_5 = m_1 - m_3 \quad (1)$$

where:

m_5 = mass of water used for template and test pit volume, lbm (kg),

m_1 = mass of water and containers for template and test pit (before test), lbm (kg), and

m_3 = mass of water and containers for template and test pit volume (after test), lbm (kg).

12.2 Calculate the mass of the water used to fill the template as follows:

$$m_6 = m_2 - m_4 \quad (2)$$

where:

m_6 = mass of water for template volume, lbm (kg),

m_2 = mass of water and containers for template volume (before test), lbm (kg), and

m_4 = mass of water and containers for template volume (after test), lbm (kg).

12.3 Calculate the mass of the water used to fill the test pit as follows:

$$m_7 = m_5 - m_6 \quad (3)$$

where:

m_7 = mass of water in test pit, lbm (kg),

m_5 = mass of water used for template and test pit volume, lbm (kg), and

m_6 = mass of water for template volume, lbm (kg).

12.4 Calculate the volume of water used to fill the test pit as follows:

Measured mass of water:

$$V_4 = m_7 / \rho_w \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (4)$$

$$V_4 = (m_7 / \rho_w) \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \quad (5)$$

where:

V_4 = volume of water in test pit, ft³ (m³),

m_7 = mass of water in test pit, lbm (kg), and

ρ_w = density of water, lbm/ft³ (g/cm³).

or:

Measured volume of water:

$$V_4 = V_3 \times 0.13368 \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (6)$$

$$V_4 = V_3 \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \quad (7)$$

Keterangan:

V_4 adalah volume air dalam sumur uji, ft^3 (m^3)

V_3 adalah volume air dalam sumur uji, gal (L) = $V_1 - V_2$

V_1 adalah volume air yang digunakan untuk mengisi sumur uji dan cetakan, gal (L)

V_2 adalah volume air yang digunakan untuk mengisi cetakan, gal (L)

0,13368 adalah konstanta untuk mengkonversi galon ke ft^3 , dan

10^3 adalah konstanta untuk mengkonversi liter ke m^3 ,

12.5 Hitung volume pada campuran semen pasir sebagai berikut:

$$V_5 = \frac{m_{11}}{\rho_m} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

V_5 adalah volume campuran semen pasir dalam sumur uji, ft^3 (m^3)

m_{11} adalah massa campuran semen pasir dalam sumur uji, lbm (kg),

ρ_m adalah kepadatan campuran semen pasir, lbm/ft^3 (Mg/m^3)

12.6 Hitung volume dalam sumur uji sebagai berikut:

$$V_6 = V_4 + V_5 \dots\dots\dots (9)$$

atau jika tidak ada adukan semen yang digunakan:

$$V_6 = V_4 \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

V_6 adalah volume sumur uji, ft^3 (m^3)

V_4 adalah volume air dalam sumur uji, ft^3 (m^3), dan

V_5 adalah volume adukan semen dalam sumur uji, ft^3 (m^3)

12.7 Hitung massa dalam material basah yang dipindahkan dari sumur uji sebagai berikut:

$$m_{10} = m_8 - m_9 \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

m_{10} adalah massa pada material basah yang dipindahkan dari sumur uji, lbm (kg)

m_8 adalah massa pada material basah yang dipindahkan dari sumur uji ditambah massa wadah, lbm (kg),

m_9 adalah massa wadah untuk m_8 , lbm (kg)

12.8 Hitung kepadatan basah material yang digali dari sumur uji sebagai berikut:

$$\rho_{wet} = m_{10} / V_6 \quad (\text{inci} - \text{pon}) \dots\dots\dots (12)$$

$$\rho_{wet} = (m_{10} / V_6) \frac{1}{10^3} \quad (SI) \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

ρ_{wet} adalah kepadatan basah material yang digali dari sumur uji, lbm/ft^3 (Mg/m^3)

m_{10} adalah massa basah material yang dipindahkan dari sumur uji, lbm (kg),

V_6 adalah volume sumur uji, ft^3 (m^3)

where:

- V_4 = volume of water in test pit, ft^3 (m^3),
 V_3 = volume of water in the test pit, gal (L) = $V_1 - V_2$,
 V_1 = volume of water used to fill test pit and template, gal (L),
 V_2 = volume of water used to fill template, gal (L),
 0.13368 = constant to convert gallons to ft^3 , and
 10^3 = constant to convert litres to m^3 .

12.5 Calculate the volume of mortar as follows:

$$V_5 = \frac{m_{11}}{\rho_m} \quad (8)$$

where:

- V_5 = volume of mortar in test pit, ft^3 (m^3),
 m_{11} = mass of mortar in test pit, lbm (kg), and
 ρ_m = density of mortar, lbm/ft^3 (Mg/m^3).

12.6 Calculate the volume of the test pit as follows:

$$V_6 = V_4 + V_5 \quad (9)$$

or if no mortar has been used:

$$V_6 = V_4 \quad (10)$$

where:

- V_6 = volume of test pit, ft^3 (m^3),
 V_4 = volume of water in test pit, ft^3 (m^3), and
 V_5 = volume of mortar in test pit, ft^3 (m^3).

12.7 Calculate the mass of wet material removed from the test pit, as follows:

$$m_{10} = m_8 - m_9 \quad (11)$$

where:

- m_{10} = mass of wet material removed from test pit, lbm (kg),
 m_8 = mass of wet material removed from test pit plus mass of the containers, lbm (kg), and
 m_9 = mass of containers for m_8 , lbm (kg).

12.8 Calculate the wet density of material excavated from the test pit as follows:

$$\rho_{\text{wet}} = m_{10} / V_6 \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (12)$$

$$\rho_{\text{wet}} = (m_{10} / V_6) \frac{1}{10^3} \quad (\text{SI}) \quad (13)$$

where:

- ρ_{wet} = wet density of material excavated from test pit, lbm/ft^3 (Mg/m^3),
 m_{10} = mass of wet material removed from test pit, lbm (kg), and
 V_6 = volume of test pit, ft^3 (m^3).

12.9 Hitung kepadatan kering material yang digali dari sumur uji sebagai berikut:

$$\rho_d = \frac{\rho_{wet}}{1 + (w/100)} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

ρ_d adalah kepadatan kering material yang digali dari sumur uji, lbm/ft³ (Mg/m³)

ρ_{wet} adalah kepadatan basah material yang digali dari sumur uji, lbm/ft³ (Mg/m³)

w adalah kadar air material yang digali dari sumur uji, %

12.10 Hitung berat isi kering material yang digali dari sumur uji sebagai berikut:

$$\gamma_d = \rho_d \times \frac{1 \text{ lbf}}{1 \text{ lbm}} \text{ (inci - pon)} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

γ_d adalah berat isi kering material yang digali dari sumur uji, lbf/ft³ (kN/m³)

ρ_d adalah kepadatan kering material yang digali dari sumur uji, lbm/ft³ (Mg/m³)

Asumsikan bahwa dalam sistem inci-pon 1 lbm = 1 lbf

$$\gamma_d = \rho_d \times 9.807 \text{ (SI)} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

9,807 adalah konstanta untuk mengkonversi Mg ke kN

12.11 Jika diinginkan, konversikan berat isi kering pada satuan inci-pon pada satuan SI sebagai berikut:

$$\text{Berat isi pada kN/m}^3 = \text{berat isi pada lbf/ft}^3 \times 0,1571 \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

0,1571 adalah konstanta untuk mengkonversi Mg ke kN

13. Perhitungan – Prosedur B

13.1 Hitung massa basah material dari butiran yang lebih besar sebagai berikut:

$$m_{14} = m_{12} - m_{13} \dots\dots\dots (18)$$

Keterangan:

m_{14} adalah massa basah material dari butiran yang lebih besar, lbm (kg)

m_{12} adalah massa basah material dari butiran yang lebih besar dan wadah, lbm (kg)

m_{13} adalah massa wadah, lbm (kg)

12.9 Calculate the dry density of material excavated from the test pit as follows:

$$\rho_d = \frac{\rho_{wet}}{1 + (w/100)} \quad (14)$$

where:

ρ_d = dry density of material excavated from test pit, lbm/ft³ (Mg/m³),
 ρ_{wet} = wet density of material excavated from test pit, lbm/ft³ (Mg/m³), and
 w = moisture content of material excavated from test pit, %.

12.10 Calculate the dry unit weight of the material excavated from the test pit as follows:

$$\gamma_d = \rho_d \times \frac{1 \text{ lbf}}{1 \text{ lbm}} \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (15)$$

where:

γ_d = dry unit weight of material excavated from test pit, lbf/ft³ (kN/m³), and
 ρ_d = dry density of material excavated from test pit, lbm/ft³ (Mg/m³).

Assume that in the inch-pound system 1 lbm = 1 lbf.

$$\gamma_d = \rho_d \times 9.807 \quad (SI) \quad (16)$$

where:

9.807 = the constant to convert Mg to kN.

12.11 If desired, convert the dry unit weight in inch-pound units to SI units as follows:

$$\text{Unit weight in kN/m}^3 = \text{unit weight in lbf/ft}^3 \times 0,1571 \quad (17)$$

where:

0.1571 = the constant to convert lbf/ft³ to kN/m³.

13. Calculation – Procedure B

13.1 Calculate the wet mass of oversize particles, as follows:

$$m_{14} = m_{12} - m_{13} \dots \dots \dots (18)$$

where:

m_{14} = wet mass of oversize particles, lbm (kg)
 m_{12} = wet mass of oversize particles and container, lbm (kg)
 m_{13} = mass of container, lbm (kg)

13.2 Hitung massa basah fraksi kontrol sebagai berikut:

$$m_{18} = m_{10} - m_{14} \dots\dots\dots (19)$$

Keterangan:

m_{18} adalah massa basah fraksi kontrol, lbm (kg)

m_{10} adalah massa material basah yang dipindahkan dari sumur uji, lbm (kg)

m_{14} adalah massa basah material dari butiran yang lebih besar, lbm (kg)

13.3 Hitung volume material dari butiran yang lebih besar berdasarkan berat jenis butiran yang telah diketahui sebagai berikut:

$$V_{os} = \frac{m_{14}}{G_m (62,4 \text{ lbm} / \text{ft}^3)} \text{ (inci - pon)} \dots\dots\dots (20)$$

$$V_{os} = \frac{m_{14}}{G_m (1 \text{ g} / \text{cm}^3)} \times \frac{1}{10^3} \text{ (SI)} \dots\dots\dots (21)$$

Keterangan:

V_{os} adalah volume dari butiran yang lebih besar, ft^3 (m^3)

m_{14} adalah massa basah dari butiran yang lebih besar, lbm (kg)

G_m adalah berat jenis butiran dari butiran yang lebih besar

62,4 lbm/ ft^3 adalah kepadatan air

1 g/ cm^3 adalah kepadatan air

1/10³ adalah konstanta untuk mengkonversi g/ cm^3 ke kg/ m^3

13.4 Hitung volume fraksi kontrol sebagai berikut:

$$V_c = V_6 - V_{os} \dots\dots\dots (22)$$

Keterangan:

V_c adalah volume fraksi kontrol, ft^3 (m^3)

V_6 adalah volume sumur uji, ft^3 (m^3)

V_{os} adalah volume material dengan butiran lebih besar, ft^3 (m^3)

13.5 Hitung kepadatan basah dari fraksi kontrol sebagai berikut:

$$\rho_{wet}(c) = \frac{m_{18}}{V_c} \text{ (inci - pon)} \dots\dots\dots (23)$$

$$\rho_{wet}(c) = (m_{18} / V_c) \times \frac{1}{10^3} \text{ (SI)} \dots\dots\dots (24)$$

Keterangan:

$\rho_{wet}(c)$ adalah kepadatan basah dari fraksi kontrol, lbm/ ft^3 (Mg/m^3)

m_{18} adalah massa basah dari fraksi kontrol, lbm (kg)

V_c adalah volume dari fraksi kontrol, ft^3 (m^3)

13.2 Calculate the wet mass of the control fraction as follows:

$$m_{18} = m_{10} - m_{14} \quad (19)$$

where:

m_{18} = wet mass of control fraction, lbm (kg),

m_{10} = mass of wet material removed from test pit, lbm (kg), and

m_{14} = wet mass of oversize particles lbm (kg).

13.3 Calculate the volume of the oversize particles based on a known bulk specific gravity as follows:

$$V_{os} = \frac{m_{14}}{G_m (62.4 \text{ lbm} / \text{ft}^3)} \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (20)$$

$$V_{os} = \frac{m_{14}}{G_m (1 \text{ g} / \text{cm}^3)} \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \quad (21)$$

where:

V_{os} = volume of oversize particles, ft^3 (m^3),

m_{14} = wet mass of oversize particles, lbm (kg),

G_m = bulk specific gravity of oversize particles,

62.4 lbm/ ft^3 = density of water,

1 g/ cm^3 = density of water, and

1/ 10^3 = constant to convert g/ cm^3 to kg/ m^3 .

13.4 Calculate the volume of the control fraction as follows:

$$V_c = V_6 - V_{os} \quad (22)$$

where:

V_c = volume of control fraction, ft^3 (m^3),

V_6 = volume of test pit, ft^3 (m^3), and

V_{os} = volume of oversize particles, ft^3 (m^3).

13.5 Calculate the wet density of the control fraction as follows:

$$\rho_{wet}(c) = \frac{m_{18}}{V_c} \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (23)$$

$$\rho_{wet}(c) = (m_{18} / V_c) \times \frac{1}{10^3} \quad (SI) \quad (24)$$

where:

$\rho_{wet}(c)$ = wet density of control fraction, lbm/ ft^3 (Mg/m^3),

m_{18} = wet mass of control fraction, lbm (kg), and

V_c = volume of control fraction, ft^3 (m^3).

13.6 Hitung kepadatan kering dari fraksi kontrol sebagai berikut:

$$\rho_d(c) = \frac{\rho_{wet}(c)}{1 + (w_f / 100)} \quad (inci - pon) \dots\dots\dots (25)$$

Keterangan:

$\rho_d(c)$ adalah kepadatan kering dari fraksi kontrol, lbm/ft³ (Mg/m³)

$\rho_{wet}(c)$ adalah kepadatan basah dari fraksi kontrol, lbm/ft³ (Mg/m³)

w_f adalah kadar air dari fraksi kontrol, %

13.7 Hitung berat isi kering pada fraksi kontrol sebagai berikut:

$$\gamma_d(c) = \rho_d(c) \times \frac{1 \text{ lbf}}{1 \text{ lbm}} \quad (inci - pon) \dots\dots\dots (26)$$

Asumsikan bahwa dalam sistem inci-pon 1 lbm = 1 lbf

$$\gamma_d(c) = \rho_d(c) \times 9,807 \quad (SI) \dots\dots\dots (27)$$

Keterangan:

9,807 adalah konstanta untuk mengkonversi Mg ke kN

$\gamma_d(c)$ adalah berat isi kering pada fraksi kontrol, lbf/ft³ (kN/m³)

$\rho_d(c)$ adalah kepadatan kering pada fraksi kontrol, lbm/ft³ (Mg/m³)

13.8 Jika diinginkan, konversikan berat isi kering pada satuan inci-pon ke satuan SI, menggunakan persamaan 17.

13.9 Hitung massa kering pada fraksi kontrol sebagai berikut:

$$m_{19} = \frac{m_{18}}{1 + w_f / 100} \dots\dots\dots (28)$$

Keterangan:

m_{19} adalah massa kering dari fraksi kontrol, lbm (kg)

m_{18} adalah massa basah dari fraksi kontrol, lbm (kg)

w_f adalah kadar air dari fraksi kontrol, %

13.10 Hitung massa kering dari butiran terlalu besar dengan menggunakan salah satu persamaan yang sesuai sebagai berikut:

$$m_{17} = m_{15} - m_{10} \dots\dots\dots (29)$$

atau

$$m_{17} = \frac{m_{14}}{1 + (w_{os} / 100)} \dots\dots\dots (30)$$

Keterangan:

m_{17} adalah massa kering dari butiran terlalu besar, lbm (kg)

m_{10} adalah massa dari material basah yang dipindahkan dari sumur uji, lbm (kg)

m_{14} adalah massa basah dari butiran terlalu besar, lbm (kg)

m_{15} adalah massa kering dari butiran terlalu besar dan wadah, lbm (kg), dan

w_{os} adalah kadar air dari butiran terlalu besar, %

13.6 Calculate the dry density of the control fraction as follows:

$$\rho_d(c) = \frac{\rho_{wet}(c)}{1 + (w_f / 100)} \quad (25)$$

where:

$\rho_d(c)$ = dry density of control fraction, lbm/ft³ (Mg/m³),
 $\rho_{wet}(c)$ = wet density of control fraction, lbm/ft³ (Mg/m³), and
 w_f = moisture content of control fraction, %.

13.7 Calculate the dry unit weight of the control fraction as follows:

$$\gamma_d(c) = \rho_d(c) \times \frac{1 \text{ lbf}}{1 \text{ lbm}} \quad (\text{inch} - \text{pound}) \quad (26)$$

Assume that in the inch-pound system 1 lbm = 1 lbf.

$$\gamma_d(c) = \rho_d \times 9,807 \quad (SI) \quad (27)$$

where:

9.807 = the constant to convert mg to kN,
 $\gamma_d(c)$ = dry unit weight of control fraction, lbf/ft³ (kN/m³), and
 $\rho_d(c)$ = dry density of control fraction, lbm/ft³ (Mg/m³).

13.8 If desired, convert dry unit weight in inch-pound units to SI units, using Eq 17.

13.9 Calculate the dry mass of the control fraction as follows:

$$m_{19} = \frac{m_{18}}{1 + w_f / 100} \quad (28)$$

where:

m_{19} = dry mass of control fraction, lbm (kg),
 m_{18} = wet mass of control fraction, lbm (kg), and
 w_f = moisture content of control fraction, %.

13.10 Calculate the dry mass of the oversize particles using one of the following expressions as appropriate:

$$m_{17} = m_{15} - m_{10} \quad (29)$$

or

$$m_{17} = \frac{m_{14}}{1 + (w_{os} / 100)} \quad (30)$$

where:

m_{17} = dry mass of oversize particles, lbm (kg),
 m_{10} = mass of wet material removed from test pit, lbm (kg),
 m_{14} = wet mass of oversize particles, lbm (kg),
 m_{15} = dry mass of oversize particles and container, lbm (kg), and
 w_{os} = moisture content of oversize particles, %.

13.11 Hitung massa kering pada contoh total sebagai berikut:

$$m_{20} = m_{19} + m_{17} \dots\dots\dots (31)$$

Keterangan:

m_{20} adalah massa kering dari contoh total (fraksi kontrol ditambah butiran yang lebih besar), lbm (kg)

m_{19} adalah massa kering dari fraksi kontrol, lbm (kg)

m_{17} adalah massa kering dari butiran terlalu besar, lbm (kg)

13.12 Hitung persentase butiran yang lebih besar sebagai berikut:

$$\text{Persentase partikel yang lebih besar} = \frac{m_{17} \times 100}{m_{20}} \dots\dots\dots (32)$$

Keterangan:

m_{17} adalah massa kering dari butiran yang lebih besar, lbm (kg)

m_{20} adalah massa kering dari contoh total (fraksi kontrol ditambah partikel yang lebih besar), lbm (kg)

13.13 Hitung kadar air dari material total sebagai berikut:

$$w = \frac{m_{10} - m_{20}}{m_{20}} \dots\dots\dots (33)$$

Keterangan:

w adalah kadar air dari material yang digali dari sumur uji, %

m_{10} adalah massa dari material basah yang dipindahkan dari sumur uji, lbm (kg)

m_{20} adalah massa kering dari contoh total (fraksi kontrol ditambah partikel yang lebih besar), lbm (kg)

13.14 Hitung kepadatan kering dan berat isi kering dari material total menggunakan persamaan 12 sampai 16.

13.15 Jika diinginkan, konversikan satuan berat isi kering dalam satuan inci-pon ke satuan SI, menggunakan persamaan 17.

14. Laporan

14.1 Laporan harus mencakup informasi berikut:

14.1.1 Lokasi uji,

14.1.2 Elevasi lokasi uji,

14.1.3 Volume lubang uji,

14.1.4 Kepadatan basah di lapangan, total atau fraksi kontrol atau keduanya,

14.1.5 Kepadatan kering di lapangan, total atau fraksi kontrol atau keduanya,

13.11 Calculate the dry mass of the total sample as follows:

$$m_{20} = m_{19} + m_{17} \quad (31)$$

where:

m_{20} = dry mass of total sample (control fraction plus oversize), lbm (kg),

m_{19} = dry mass of control fraction, lbm (kg), and

m_{17} = dry mass of oversize particles, lbm (kg).

13.12 Calculate the percent oversize particles as follows:

$$\text{Percent oversize} = \frac{m_{17} \times 100}{m_{20}} \quad (32)$$

where:

m_{17} = dry mass of oversize particles, lbm (kg), and

m_{20} = dry mass of total sample (control fraction plus oversize particles), lbm (kg).

13.13 Calculate the moisture content of the total material as follows:

$$w = \frac{m_{10} - m_{20}}{m_{20}} \quad (33)$$

where:

w = moisture content of material excavated from test pit, %,

m_{10} = mass of wet material removed from test pit, lbm (kg), and

m_{20} = dry mass of total sample (control fraction plus oversize particles), lbm (kg).

13.14 Calculate the dry density and the dry unit weight of the total material by using Eq 12-16.

13.15 If required, convert dry unit weight in inch-pound units to SI units, using Eq 17.

14. Report

14.1 Report the following information:

14.1.1 Test location,

14.1.2 Test location elevation,

14.1.3 Test hole volume,

14.1.4 In-place wet density, total, or control fraction, or both,

14.1.5 In-place dry density, total, or control fraction, or both

- 14.1.6 Berat isi kering di lapangan, total atau fraksi kontrol atau keduanya,
- 14.1.7 Kadar air di lapangan secara total atau fraksi kontrol atau keduanya beserta metode uji yang dipakai,
- 14.1.8 Deskripsi peralatan uji,
- 14.1.9 Catatan-catatan untuk pengujian,
- 14.1.10 Deskripsi secara visual material,
- 14.1.11 Berat jenis butiran dan metode uji yang dipakai, dan
- 4.1.12 Jika diperlukan, jumlah persentase butiran terlalu besar.

15. Ketepatan dan penyimpangan

15.1 Penyimpangan dan ketepatan metode uji ini belum ditentukan. Metode yang ada tidak dapat memberikan nilai mutlak untuk kepadatan atau berat isi material di lapangan untuk dibandingkan dengan metode uji ini. Keragaman material dan sifat akan merusak alam metode uji ini tidak memungkinkan untuk melakukan pengujian secara berulang-ulang yang diperlukan untuk mendapatkan evaluasi statistik penyimpangannya.

16. Kata kunci

16.1 pengujian yang diterima; derajat kompaksi; uji kepadatan; uji lapangan; kepadatan di lapangan; sumur uji; kontrol kualitas; berat isi; kepadatan sumur uji; berat isi; air sumur; metode penggantian air.

SNI 6872:2015

- 14.1.6 In-place dry unit weight, total, or control fraction, or both,
- 14.1.7 In-place moisture content(s), and total, or control fraction, or both, and test method(s) used,
- 14.1.8 Test apparatus description,
- 14.1.9 Comments on test, as applicable,
- 14.1.10 Visual description of the material,
- 14.1.11 Bulk specific gravity and test method used, and
- 14.1.12 If required, percentage of oversize particles.

15. Precision and Bias

15.1 The precision and bias of this test method have not yet been determined. No available methods provide absolute values for the density or unit weight of material in place against which these test methods can be compared. The variability of the material and the destructive nature of these test methods do not allow for the repetitive duplication of test results required to obtain a meaningful statistical evaluation of bias.

16. Keywords

16.1 acceptance test; degree of compaction; density tests; field test; In-place density; pit test; quality control; test pit density; unit weight; water pit; water replacement method.

Lampiran (Informasi wajib)

A.1 Petunjuk untuk sumur uji atau dimensi sumur uji dan persyaratan peralatan

A1.1 Lampiran ini mencakup petunjuk penentuan dimensi galian dan jenis peralatan yang akan dipakai berdasarkan ukuran butiran maksimum yang ditemukan pada material (atau fraksi kontrol) yang diuji. Petunjuk ini berlaku untuk metode uji ini dan metode uji ASTM D 4914. Petunjuk ini tercantum pada Tabel A.1.1 sampai A.1.3.

**Tabel A1.1 Sumur uji tipe A dan B (lihat Gambar A1.1)
Peralatan uji dan volume galian minimum**

| Ukuran butiran maksimum, in. ^{A)} | Volume minimum yang dibutuhkan, ft ³ | Peralatan yang disarankan dan ukuran bukaan cetakan | Kedalaman minimum yang diperlukan, in. ^{B)} |
|---|---|---|--|
| 3 | 1,0 | kotak persegi 24 inci | 18 |
| 5 | 2 | kotak persegi 30 inci | 12 |
| 8 | 8 | silinder diameter 4 ft | 24 |
| 12 | 27 | silinder diameter 6 ft | 24 |
| 18 | 90 | silinder diameter 9 ft | 36 |
| Untuk ukuran butiran maksimum yang lebih besar dari 18 inci harus ditentukan berdasarkan kasus per kasus. | | | |

^{A)} Ukuran butiran maksimum yang terdapat dalam material total atau ukuran butiran maksimum fraksi kontrol jika berat isi total di lapangan tidak perlu diperhatikan.

^{B)} Kedalaman ini perlu untuk mendapatkan volume material minimum jika memakai cetakan dan peralatan yang dianjurkan.

A1.2 Petunjuk ini berdasarkan contoh yang tepat untuk material yang diuji maupun kondisi untuk pengujian. Untuk pembahasan bentuk dan dimensi sumur uji dan untuk volume galian minimum, lihat Lampiran XI.

**Tabel A1.2 Sumur uji tipe C (lihat Gambar A1.1)
Peralatan uji dan volume galian minimum**

| Ukuran butiran maksimum, in. ^{A)} | Volume min. yang dibutuhkan, ft ³ | Peralatan yang disarankan dan ukuran bukaan cetakan | Kedalaman minimum yang diperlukan, in. ^{B)} | Diameter yang tepat untuk lubang galian, in. |
|---|--|---|--|--|
| 3 | 1,0 | kotak persegi 33 inci | 10 | 30 |
| 5 | 2 | kotak persegi 40 inci | 12 | 35 |
| 8 | 8 | silinder diameter 62 inci | 18 | 54 |
| Ukuran butiran maksimum yang lebih besar dari 18 inci harus ditentukan berdasarkan kasus per kasus. | | | | |

^{A)} Ukuran butiran maksimum yang terdapat dalam material total atau ukuran butiran maksimum fraksi kontrol jika berat isi total di lapangan tidak perlu diperhatikan.

^{B)} Kedalaman ini perlu untuk mendapatkan volume material minimum jika memakai peralatan yang dianjurkan dan bukaan cetakan.

Annex (Mandatory Information)

A1. Guidelines for test hole or test dimensions and selection of equipment

A1.1 This annex covers guidelines for selecting the excavation dimensions and the type of equipment to use based on the maximum particle size present in the material (or control fraction) being tested. These guidelines apply to both these test methods and to Test Method D 4914. The guidelines are given in Tables A1.1-A1.3.

**TABLE A1.1 Test Pit Types A and B (see Fig. A1.1)—Test Apparatus
and Minimum Excavation Volume**

| Maximum Particle Size, in. ^A | Minimum Required Volume, ft ³ | Suggested Apparatus and Template Opening | Required Minimum Depth, in. ^B |
|---|--|--|--|
| 3 | 1,0 | 24-in. square frame | 18 |
| 5 | 2 | 30-in. square frame | 12 |
| 8 | 8 | 4-ft diameter ring | 24 |
| 12 | 27 | 6-ft diameter ring | 24 |
| 18 | 90 | 9-ft diameter ring | 36 |
| More than 18 in. maximum particle size should be determined on a case-by-case basis.. | | | |

^A Maximum particle size present in total material or the maximum particle size of control fraction if the total in-place unit weight is not of concern.

^B This depth is necessary to obtain the minimum required volume of material when using the suggested apparatus and template opening.

A1.2 These guidelines are based on providing a representative sample of the material being tested and on practical working conditions. For a discussion of the shape and dimensions of the test pits and for the minimum volumes for the excavation, see Appendix X1.

**TABLE A1.2 Test Pit Type C (see Fig. A1.1)—Test Apparatus and
Minimum Excavation Volume**

| Maximum Particle Size, in. ^A | Minimum Required Volume, ft ³ | Suggested Apparatus and Template Opening | Required Minimum Depth, in. ^B | Approximate Diameter of Excavated Hole, in. |
|---|--|--|--|---|
| 3 | 1,0 | 33-in. square frame | 10 | 30 |
| 5 | 2 | 40-in. square frame | 12 | 35 |
| 8 | 8 | 62-in diameter ring | 18 | 54 |
| More than 8 in. maximum particle size should be determined on a case-by-case basis. | | | | |

^A Maximum particle size present in total material or the maximum particle size of control fraction if the total in-place unit weight is not of concern.

^B This depth is necessary to obtain the minimum required volume of material when using the suggested apparatus and template opening.

A1.3 Petunjuk seperti yang terlihat pada Tabel A.1.1 berlaku untuk sumur uji tipe A dan B (lihat Gambar A.1.1). Pada umumnya sumur uji ini diperuntukkan bagi material tidak lolos air dan tidak berkohesi dengan gradasi dan kekakuan butiran yang memungkinkan penggalian sumur yang hampir tegak lurus.

A1.4 Petunjuk seperti yang terlihat pada Tabel A1.2 yang berlaku untuk sumur uji tipe C (lihat Gambar A1.1). Tipe sumur uji ini dapat digali jika tipe A atau B tidak dapat dilakukan penggalian. Dalam hal ini kemiringan sisi dinding akan lebih landai kira-kira seperti sudut geser materialnya.

A1.5 Petunjuk-petunjuk ini hanya dapat dipakai jika batasan yang tercantum pada 1.5 dan 1.6 mengenai material labil dan bersifat lunak diikuti.

Tipe untuk:

20 inci kerucut pasir
24 dan 30 inci kerangka empat persegi
4 ft diameter cincin

$$\text{Volume} = \frac{d}{3}(B + C + \sqrt{BC})$$

B = luas penampang atas

$$= \frac{\pi}{4} D_T^2$$

C = luas penampang bawah

$$= \frac{\pi}{4} D_B^2$$

Tipe untuk:

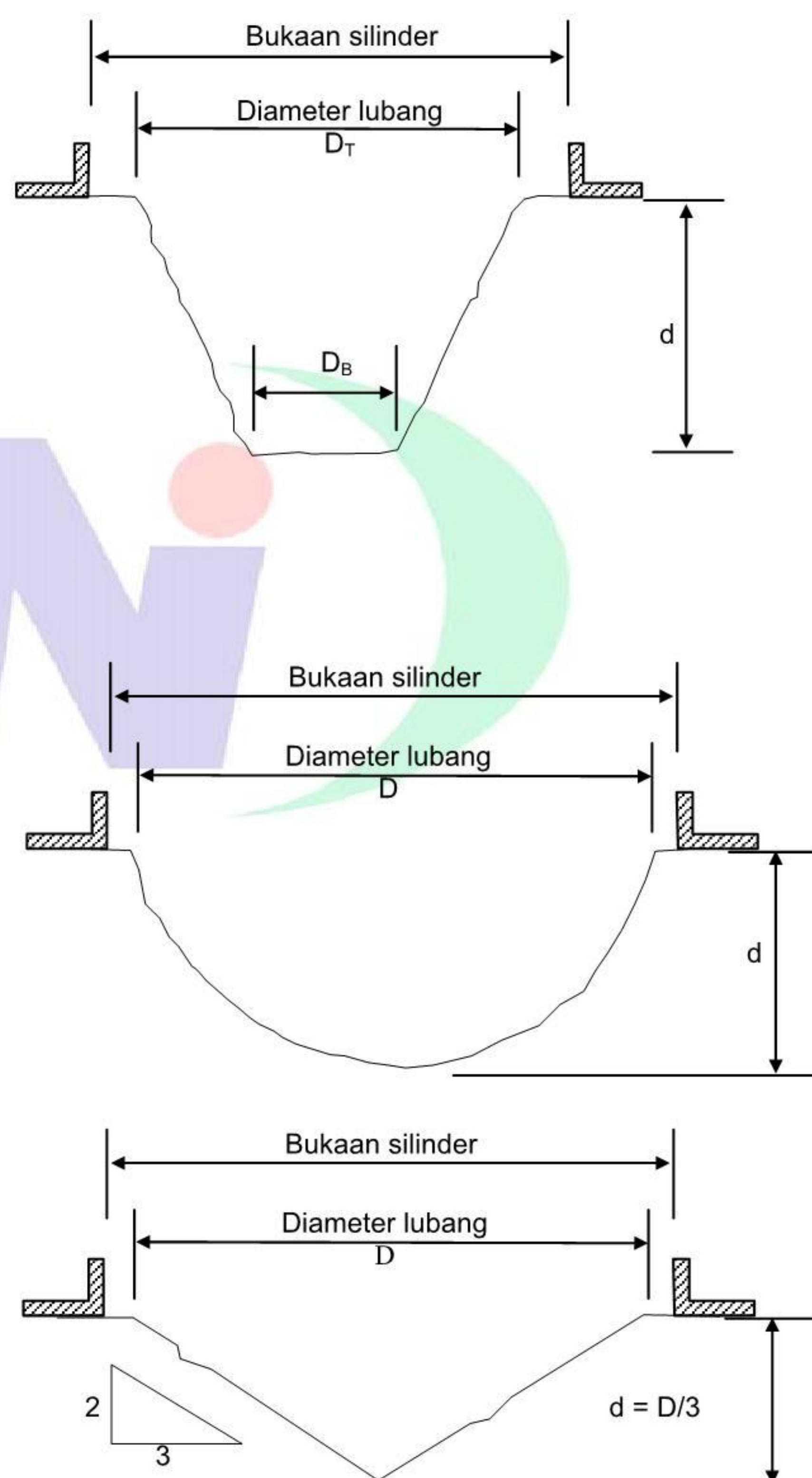
6 ft dan 9 ft diameter cincin

$$\text{Volume} = \frac{\pi}{24} d (3D^2 + 4d^2)$$

Tipe untuk:

Kondisi terburuk jika tanah tidak berkohesi

$$\text{Volume} = \frac{\pi}{12} D^2 d$$



Gambar A1.1 - Konfigurasi sumur uji

A1.3 The guidelines shown in Table A1.1 apply to test pit Types A and B (Fig. A1.1). These test pits generally are for non free-draining materials and for cohesionless materials whose gradation and particle angularity will allow near-vertical side walls to be excavated.

A1.4 The guidelines shown in Table A1.2 apply to test pit Type C (Fig. A1.1). This type of test pit can be excavated when Type A or B cannot. For this case, the slope of the side walls will be much flatter, approximately the angle of repose of the material.

A1.5 These guidelines are only applicable when the limitations stated in 1.5 and 1.6 for unstable or soft materials are followed.

TYPICAL FOR:

20 inch sand cone
24 and 30 inch square frame
4 ft diameter ring

$$\text{Vol} = \frac{d}{3}(B + C + \sqrt{BC})$$

$$B = \text{Area of top} = \frac{\pi}{4} D_T^2$$

$$C = \text{Area of bottom} = \frac{\pi}{4} D_B^2$$

TYPICAL FOR:

6 ft and 9 ft diameter ring

$$\text{Vol} = \frac{\pi}{24} d (3D^2 + 4d^2)$$

TYPICAL FOR:

Cohesionless soils worst case

$$\text{Vol} = \frac{\pi}{12} D^2 d$$

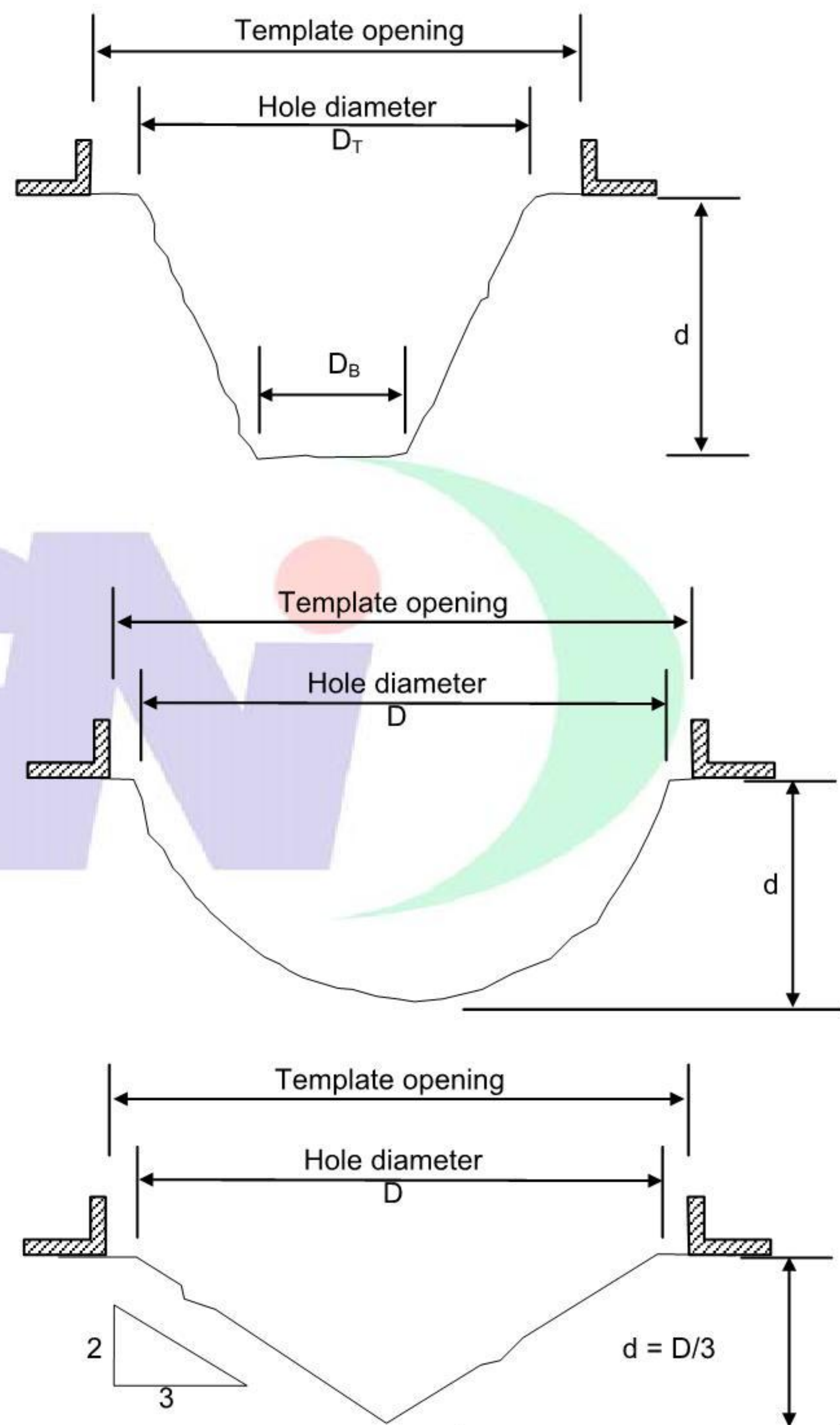


Fig. A1.1 Test Pit Configurations

Tabel A1.3 - Konversi satuan untuk Tabel A1.1 dan Tabel A1.2

| Inci | Milimeter |
|-------------------|-------------|
| 3 | 75 |
| 5 | 125 |
| 8 | 200 |
| 10 | 250 |
| 12 | 300 |
| 18 | 450 |
| 24 | 600 |
| 30 | 750 |
| 33 | 825 |
| 35 | 875 |
| 36 | 900 |
| 40 | 1000 |
| 54 | 1350 |
| 62 | 1550 |
| feet | Meter |
| 4 | 1,2 |
| 6 | 1,8 |
| 9 | 2,7 |
| feet ³ | Meter kubik |
| 1,0 | 0,03 |
| 2 | 0,06 |
| 8 | 0,23 |
| 27 | 0,76 |
| 90 | 2,55 |

Table A1.3 Metric Equivalents for Table A1.1 and Table A1.2

| Inches | Millimetres |
|------------|--------------|
| 3 | 75 |
| 5 | 125 |
| 8 | 200 |
| 10 | 250 |
| 12 | 300 |
| 18 | 450 |
| 24 | 600 |
| 30 | 750 |
| 33 | 825 |
| 35 | 875 |
| 36 | 900 |
| 40 | 1000 |
| 54 | 1350 |
| 62 | 1550 |
| Feet | Metres |
| 4 | 1.2 |
| 6 | 1.8 |
| 9 | 2.7 |
| Cubic feet | Cubic metres |
| 1,0 | 0,03 |
| 2 | 0,06 |
| 8 | 0,23 |
| 27 | 0,76 |
| 90 | 2,55 |

Lampiran (Informasi tidak wajib)

X1. Dasar pemikiran

X1.1 Volume penggalian yang dibutuhkan

X1.1.1 Volume penggalian minimum yang diperlihatkan pada Tabel A1.1 dan A1.2 diperlukan untuk mendapatkan contoh material yang diuji. Untuk metode uji ini, contoh berdasarkan massa yang diperlukan untuk mendapatkan analisis gradasi tanah dalam batasan ketelitian tertentu. Untuk tanah dengan ukuran butiran maksimum 3 in. (75 mm), massa (dan volume) yang dibutuhkan berdasarkan sebuah contoh 100 kali massa ukuran butiran maksimum. Ini akan menghasilkan jumlah persen dengan ketelitian lebih kurang 1,0%. Untuk tanah dengan ukuran butiran maksimum lebih besar dari 3 in., berat yang dibutuhkan berdasarkan sebuah contoh 40 kali massa ukuran butiran maksimum. Ini akan menghasilkan jumlah persen gradasi dengan ketelitian lebih kurang 2,5%. Volume-volume yang direkomendasikan merupakan volume yang biasa dipakai.

X1.2 Tipe dan ukuran peralatan

X1.2.1 Tipe dasar peralatan yang dipakai untuk menentukan berat isi di lapangan adalah alat kerucut pasir, balon karet, kerangka logam persegi dan cincin logam. Setiap tipe hanya berlaku untuk galian tertentu. Alat kerucut pasir hanya berlaku untuk diameter lubang uji sampai dengan 20 in. (500 mm) karena kesulitan fisik untuk menangani sesuatu yang lebih besar. Kerangka persegi hanya berlaku untuk persegi sebesar 18 in. (450 mm) sampai dengan 36 in. (900 mm). Kerangka persegi lebih mudah dibuat daripada cetakan bundar. Bentuk cincin lebih sering dipakai untuk menggali sumur uji yang mempunyai diameter sebesar 3 ft (0,9 m) atau lebih karena kerangka persegi perlu dibuat kaku dan akan lebih berat dan lebih sulit untuk ditangani daripada cetakan berbentuk bundar. Disamping itu sangat sulit untuk menghaluskan galian dengan sudut karena ukuran butiran yang lebih besar yang ditemukan dalam material jika dibutuhkan kerangka persegi lebih besar dari 33 in. (825 mm). Pelapis untuk metode pengganti pasir harus mempunyai ketebalan ½ mil sedangkan pelapis untuk metode pengganti air harus mempunyai ketebalan 4 mil sampai 6 mil. Penyatuan pelapis dengan ketebalan 4 mil sampai 6 mil dengan sudut kerangka persegi empat akan menghasilkan kesalahan pengukuran volume.

X1.2.2 Ukuran peralatan dan cetakan yang ditunjukkan pada Tabel A1.1 dan A1.2 dipilih untuk mendapatkan volume yang sama dengan volume yang dibutuhkan. Ukuran-ukuran lain dapat digunakan (misalnya kerangka persegi 27 in.) selama diperoleh volume minimum material yang digali.

X1.3 Volume minimum pengujian

X1.3.1 Pada Tabel A1.2, volume minimum yang diperoleh dari sumur uji yang digali dengan menggunakan cetakan dan kedalaman minimum yang dibutuhkan berdasarkan asumsi sebagai berikut:

X1.3.1.1 Material galian mempunyai jumlah yang signifikan dengan ukuran partikel yang maksimum, bukan secara acak namun secara terpisah.

X1.3.1.2 Tidak menjadi masalah, jika bentuk persegi empat atau lingkaran, penggalian pada dasarnya dengan bentuk tertentu, karena ukuran partikel maksimum kemungkinan akan mencegah tertutupnya galian di sudut.

Appendix (Nonmandatory Information)

X1. Rationale

X1.1 Required Excavation Volume

X1.1.1 The minimum excavation volumes shown in Table A1.1 and Table A1.2 are required to provide a representative sample of the material being tested. For this test method, a representative sample is based on the mass required to provide a gradation analysis of the soil within certain limits of accuracy. For soils with a maximum particle size of 3 in. (75 mm), the required mass (and volume) is based on a sample 100 times the mass of the maximum particle size. This results in gradation percentages with an accuracy of $\pm 1.0\%$. For soils with a maximum particle size larger than 3 in., the required mass is based on a sample 40 times the mass of the maximum particle size. This results in gradation percentages with an accuracy of $\pm 2.5\%$. The volumes recommended are also typical of volumes used in practice.

X1.2 Type and Size of Equipment

X1.2.1 The basic types of apparatus used to determine in-place unit weight are the sand-cone device, the rubber balloon, the square metal frame, and the metal ring. Each type is practical only for specific excavation sizes. The sand-cone device is practical only up to about a 20-in. (500-mm) test hole diameter because of the physical difficulty in handling anything larger. The square frame is practical from about 18 in. (450 mm) square to about 36 in. (900 mm) square. Square frames are easier to fabricate than circular templates. Rings are preferred as templates for excavating test pits about 3 ft (0.9 m) in diameter and larger because square frames need to be stiffened and can be heavier and more awkward to handle than circular templates. In addition, it is difficult to trim the excavation with corners because of the larger particle sizes present in the material when a square frame larger than 33 in. (825 mm) is required. The liner for the sand replacement method should be about $\frac{1}{2}$ mil thick while the liner for the water replacement method should be about 4 to 6 mils thick. Bunching of a liner 4 to 6 mils thick in the corners of a square frame may result in errors in the volume measurement.

X1.2.2 The apparatus and template sizes shown in Table A1.1 and Table A1.2 were selected to provide a volume about equal to the required volume. Other sizes may be used (for example, 27-in. square frame) as long as the minimum volume of excavated material can be obtained.

X1.3 Minimum Volume of Test

X1.3.1 In Table A1.2, the minimum volume obtained from excavating a test pit using the template shown and the required minimum depth is based on the following assumptions:

X1.3.1.1 The material being excavated contains a significant amount of the maximum particle size, not just a random, isolated particle of that size.

X1.3.1.2 No matter whether the template is square or round, the excavation will be basically circular in plan view because the presence of the maximum particle size will probably prevent excavating corners.

X1.3.1.3 Sisi dinding harus miring. Jika dalam penggalian ditemukan butiran maksimum pada sisi dinding maka diameter penggalian harus dikurangi. Untuk ukuran butiran maksimum 3 inci, kebanyakan material harus digali pada kemiringan 1 horizontal dan 3 vertikal atau lebih tegak; sementara untuk ukuran butiran maksimum 5 inci sampai 8 inci (125 mm sampai 200 mm) sisi dinding dapat digali pada kemiringan 1 horizontal dan 2 vertikal atau lebih.

X1.3.1.4 Diameter galian akan lebih kecil dari bukaan silinder logam karena ditemukan butiran besar tepat di bawah cetakan. Untuk menghindari terjadi penonjolan dalam penggalian, butiran-butiran ini tidak boleh dibuang kecuali jika butiran tersebut menonjol lebih besar dari $\frac{2}{3}$ ukuran diameternya.

X1.3.1.5 Untuk penggalian material dengan ukuran butiran maksimum sampai 8 inci (200 mm), volume galian diasumsikan sebagai kerucut terpancung sebagaimana terlihat pada Gambar A1.1. Diameter galian diasumsikan sebagai diameter cetakan dikurangi ukuran butiran maksimum.

X1.3.1.6 Untuk galian material dengan ukuran butiran maksimum 12 inci atau lebih besar, volume galian diasumsikan merupakan bulatan. Diameter galian diasumsikan sebagai diameter cetakan dikurangi $\frac{2}{3}$ ukuran butiran maksimum.

X1.3.2 Pada Tabel A1.2, volume minimum diasumsikan berbentuk kerucut, seperti terlihat pada Gambar A1.1, dengan kedalaman galian sama dengan $\frac{1}{3}$ diameter lubang. Untuk material tidak berkoheisi, dengan gradasi relatif seragam, kasus yang paling buruk diasumsikan jika kemiringan dinding galian tidak melampaui sudut geser material.

X1.3.3 Berdasarkan pada asumsi tersebut, volume minimum penggalian yang diperlihatkan pada Tabel A1.1 dan A1.2 menjadi konservatif. Sisi curam dinding atau diameter lubang yang lebih besar akan menghasilkan volume yang lebih besar. Dalam beberapa kasus, peralatan lebih kecil yang diindikasikan pada Tabel A1.1 dan A1.2 mungkin akan digunakan jika dilakukan percobaan penggalian sumur uji dan hal itu dapat menunjukkan bahwa peralatan yang lebih kecil bisa menyediakan minimum volume yang dibutuhkan. Akan tetapi, kedalaman penggalian harus tidak kurang dari $\frac{1}{3}$ dari diameter lubang, volume penggalian harus 50 kali lebih besar daripada volume maksimum ukuran material, dan diameter lubang setidaknya harus 4 kali lebih besar daripada diameter maksimum material.

X1.4 Penggantian media

X1.4.1 Untuk cetakan yang ditunjukkan Tabel A1.1 dan A1.2, penggantian pasir yang memakai alat pengucur pasir paling tepat untuk kerangka persegi dengan ukuran 33 inci (875 mm) dan penggantian air untuk silinder dengan diameter 40 inci (1000 mm) atau lebih.

X1.4.2 Jika ukuran-ukuran lain digunakan, metode penggantian pasir mungkin praktis untuk melalui kerangka persegi 36 inci (900 mm), sedangkan penggantian air lebih praktis untuk diameter cincin 36 inci (900 mm) dan bukaan lebih besar dari A36 inci (900 mm) yang merupakan batas ukuran akhir dimana pasir bisa dituangkan pada galian secara sama dan konsisten dengan cara berdiri diluar cetakan.

X1.3.1.3 The side walls will be sloped. Encountering the maximum particle in the side wall while excavating will necessitate reducing the excavation diameter. For a maximum particle size of 3 in., most materials can be excavated at a slope of 1 horizontal to 3 vertical or steeper; while for the 5 and 8-in. (125 and 200-mm) maximum particle sizes, the side walls can be excavated at a slope of 1 horizontal to 2 vertical or steeper.

X1.3.1.4 The diameter of the excavation will be smaller than the template opening because a large particle may be just beneath the template. To prevent an overhang in the excavation, these particles should not be removed unless they are protruding into the excavation more than about two-thirds their diameter.

X1.3.1.5 For excavation of materials with maximum particle size up to 8 in. (200 mm), the volume of the excavation is assumed to be a frustrum of a cone as shown in Fig. A1.1. The diameter of the excavation is assumed to be the template diameter minus the maximum particle size.

X1.3.1.6 For excavation of materials with maximum particle sizes of 12 in. and larger, the volume of the excavation is assumed to be a spherical segment. The diameter of the excavation is assumed to be the template diameter minus two thirds of the maximum particle size.

X1.3.2 In Table A1.2, the minimum volume is assumed to be conical, as shown on Fig. A1.1, with the depth of the excavation equal to about one-third the hole diameter. For cohesionless materials, with relatively uniform gradation, the "worst case" is assumed where the slope of the side walls could not exceed the angle of repose of the material.

X1.3.3 Based on these assumptions, the minimum volume of excavations shown in Table A1.1 and Table A1.2 is thus conservative. Steeper side walls or larger test hole diameters will result in larger volumes. In some cases, a smaller apparatus than that indicated in Table A1.1 and Table A1.2 may be used if a trial test pit is excavated and it can be shown that the smaller apparatus can provide the minimum required volume. However, the depth of excavation should never be less than one-third the hole diameter, the volume of the excavation must be 50 times larger than the volume of the maximum particle size, and the hole diameter must be at least 4 times larger than the maximum particle diameter.

X1.4 Replacement Medium

X1.4.1 For the templates shown in Table A1.1 and Table A1.2, sand replacement using a sand-pouring device is felt to be practical for square frames up to 33-in. (875-mm) and water replacement for 40-in. (1000-mm) and larger diameter rings.

X1.4.2 If other sizes are used, the sand replacement method is probably practical up through 36-in. (900-mm) square frames, while water replacement is more practical for 36-in (900-mm) diameter rings and larger. A36-in. (900-mm) opening is about the size limit where sand can be poured into the excavation uniformly and consistently while standing outside the template.

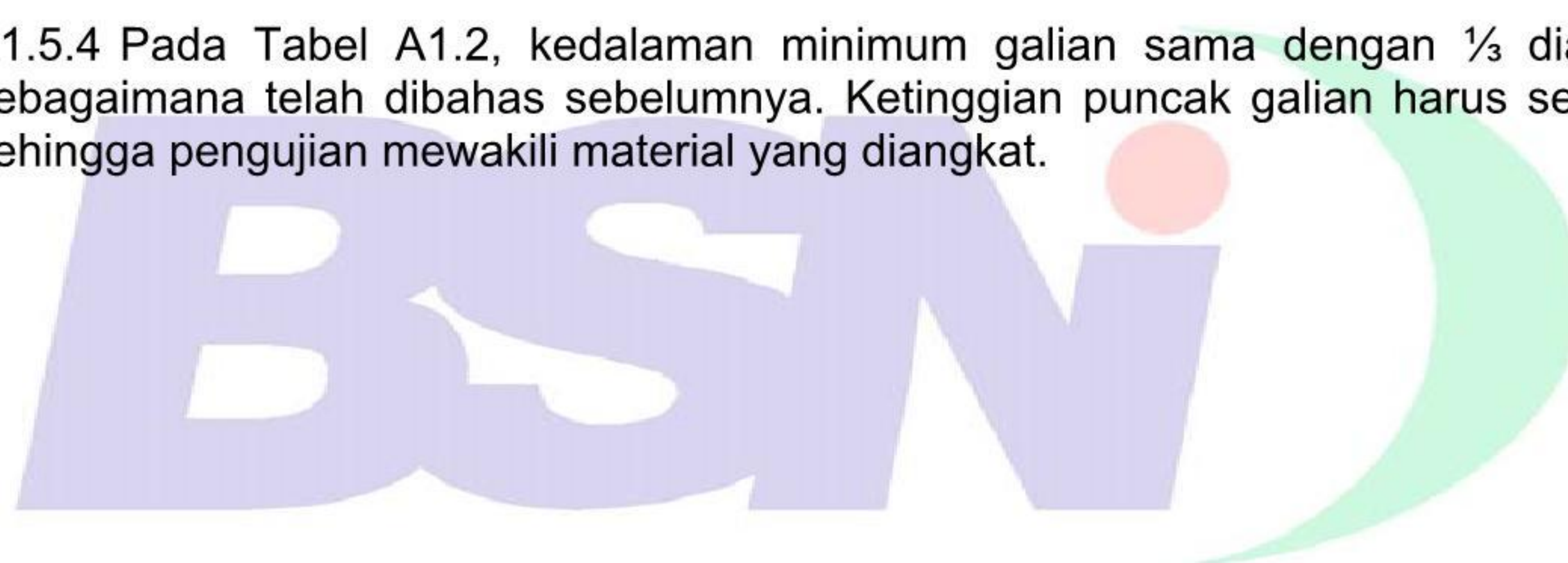
X1.5 Kedalaman penggalian

X1.5.1 Untuk material dengan ukuran butiran maksimum 5 inci (125 mm) atau kurang, kedalaman galian pada Tabel A1.1 merupakan penambahan sebesar 6 inci (150 mm) karena tanah berkohesi biasanya dipadatkan dalam lapisan dengan ketebalan maksimum 6 inci (150 mm). Kedalaman minimum adalah 12 inci (300 mm), maka setelah mencapai kedalaman tersebut ditambahkan sekurang-kurangnya dua kali pengangkatan. Jika penentuan berat isi di lapangan berlaku untuk material setempat, kedalaman minimum yang terlihat adalah kedalaman yang dibutuhkan mendapatkan volume minimum. Kedalaman yang lebih besar, tidak diperlukan penambahan 6 inci (150 mm).

X1.5.2 Kedalaman yang lebih dangkal dapat digunakan untuk material setempat tetapi hanya jika diameter galian lebih besar sehingga dapat diperoleh volume minimum material. Ini mungkin perlu untuk menguji endapan material dari ketebalan terbatas.

X1.5.3 Untuk material-material pada Tabel A1.1 dengan ukuran butiran maksimum 8 inci dan 12 inci (200 mm sampai 300 mm) kedalaman galian minimum yang diharapkan sebesar 24 inci (600 mm) karena tanah-tanah ini biasanya ditempatkan dalam pengangkatan sebesar 12 inci (900 mm). Material dengan ukuran butiran maksimum 18 inci (450 mm) memerlukan kedalaman minimum 36 inci (900 mm) untuk mendapatkan volume yang diperlukan.

X1.5.4 Pada Tabel A1.2, kedalaman minimum galian sama dengan $\frac{1}{3}$ diameter lubang sebagaimana telah dibahas sebelumnya. Ketinggian puncak galian harus sedemikian rupa sehingga pengujian mewakili material yang diangkat.



X1.5 Depth of Excavation

X1.5.1 For materials with a maximum particle size of 5 in. (125 mm) or less, the depth of excavation in Table A1.1 is shown in 6-in. (150-mm) increments since cohesive soils are normally compacted in layers of 6 in. (150 mm) maximum thickness. The minimum depth is 12 in. (300 mm) so that at least two lifts are included in the determination. If the in-place unit weight determination is for in situ materials, the minimum depth shown is that required to obtain the minimum volume. Greater depths, not necessarily in 6-in. (150-mm) increments, may be used.

X1.5.2 Shallower depths may be used for in situ materials but only if the diameter of the excavation is larger so that the minimum volume of material is obtained. This may be necessary to test deposits of material of limited thickness.

X1.5.3 For the materials in Table A1.1 with maximum particles sizes of 8 and 12 in. (200 and 300 mm) the desired minimum excavation depth is shown as 24 in. (600 mm) since these soils would normally be placed in 12-in. (900-mm) lifts. For materials with an 18-in. (450-mm) maximum particle size, a 36-in. (900-mm) minimum depth is necessary to obtain the required volume.

X1.5.4 In Table A1.2, the minimum depths of excavation are equal to about one-third the hole diameter as discussed previously. The elevation of the top of the excavation should be such that the test will be representative of the lift being tested.

